

Alternatieve bestrijdingsmethoden tegen macro invertebraten



GRASCHOPPEN



Roy Buter
Aeres hogeschool Almere
8-11-2020

Alternatieve bestrijdingsmethoden tegen macro invertebraten

Rapport over alternatieve bestrijdingsmethoden van macro invertebraten



Roy Buter
Aeres hogeschool Almere
8-11-2020

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Alternatieve bestrijdingsmethoden tegen macro invertebraten'. Mijn scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Toegepaste Biologie, te Aeres Hogeschool Almere. Ik ben bezig geweest van Januari 2020 tot augustus 2020 met het onderzoek en schrijven van mijn scriptie.

Samen met mijn afstudeer begeleider, Wieneke van der Heide, en mijn afstudeergroep heb ik de onderzoeksvraag voor deze scriptie bedacht. Vanwege het Corona virus zijn er uiteindelijk nog wel een aantal aanpassingen gedaan in de vorm van het onderzoek. Uiteindelijk is er besloten om geen interviews te doen bij biologische bedrijven omdat dit onverantwoord was met de situatie waar ik thuis in zit. Een keuze had kunnen zijn om dit per mail of telefoon te doen maar dat werd niet gezien als een optimale vervanger. Om mijn hoofdvraag te beantwoorden heb ik uiteindelijk alleen gebruik gemaakt van een literatuur onderzoek. Tijdens mijn onderzoek stonden Wieneke van der heide, mijn afstudeergroep en mijn vriendin Robin Bakker altijd voor mij klaar. Zij hebben mij geholpen waar ik hulp bij nodig had of als ik met vragen zat.

Bij deze wil ik graag mijn begeleiders, afstudeergroep en vriendin heel erg bedanken voor de goede begeleiding en hun ondersteuning tijdens dit toch wel aparte traject. Zonder hun hulp had ik dit alles nooit tot een goed einde kunnen brengen. Tevens wil ik ook mijn familie bedanken die mij erg goed hebben ondersteunt in het schrijf- en onderzoeksproces van mijn scriptie.

Ik wens u veel leesplezier.

Roy Buter

Schagen, 8 november 2020.

Summary

To protect crops against soil larvae like leatherjackets, wireworms and grubs, a control method must be used. Before 2018, chemical products with the active substances; clothianidin, imidacloprid, thiacloprid, acetamiprid and thiamethoxam were still allowed to be used. Due to a change in legislation, this is no longer allowed. This means that cultivators and researchers must use nature-friendly methods to protect the crop against soil larvae.

The aim of this literature study is to find out which methods are still promising for the control of soil larvae. To learn this, we looked for both biological solutions and chemical solutions that can be used. The following research question has been formulated for this purpose: "What are alternative methods for controlling wireworms, grubs and leatherjackets in the cultivation of grass, potatoes, corn, sugar beets and fodder beets?". These crops suffer the greatest damage from the soil larvae.

The results have been subdivided into organic products, natural enemies, and prevention measures. Table 1 shows the different methods with their effectiveness, applicability and advantages and disadvantages. The results that were found showed that it is possible to control soil larvae using an alternative method. The only thing that can be learned from this is that the possibilities that are described do not give a 100% guarantee of controlling the insects and are often not immediately available for a cultivator. It is also important to look carefully at which natural enemies are used per crop. The main disadvantage of the methods are the expenses. Many of the methods can be used in all crops, but some methods that are found can only be used with one or two crop types.

Based on this, it is recommended as a conventional cultivator to look carefully at what the easiest and fastest method of control is. If a cultivator already has field margins it will be very easy to use natural enemies of soil larvae. If a cultivator does not have this, but he does have a machine with which Nemathorin 10G can be used, that is a much faster method of control. For example, a cultivator must really think about what the most feasible method is. There are also methods in which much more research needs to be done to get a better picture of the method. Such as how effective a natural enemy is against a soil larva.

Table 1. exposure method.

Controlling methode	Effectiveness	Applicability	Benefits	disadvantage
Granulaat	-/+	+ grass	-natural product -plant becomes more vital	-only to be used on grass -no direct control -little research on soil larvae
tercol	-/+	+ potatoes & maize	-natural product -plant becomes more vital	-only to be used with maize and potatoes -difference in results of studies -no direct control
biofumigation	-/+	+ all crops	natural product	-works well abroad with other types of soil larvae, still needs

				a lot of research in Belgium. -difficult to achieve preconditions
Natural enemies	??	+ all crops	-natural control -grants -buying animals 0 euro	-high costs and maintenance of field edges and timber girths -no info on effectiveness of control -nematodes high in purchase price
prevention	+	-All crops	-natural control -good insight into the presence of soil larvae	-no crop in season -grower misses out on costs
Nemathorin 10 G	+	+/- potatoes	-good results with leatherjackets -less damage to plants -also works against wireworms	-no natural control -high chance of a ban
decoys	+	+ all crops	-natural control -cheap cabinets -Only males are attracted. not all May bugs die	labor intensive only for May bugs high cost of pheromones need more research

Samenvatting

Om gewassen te beschermen tegen emelten, ritnaalden en engerlingen wordt er gebruik gemaakt van een bestrijdingsmethode. Voor 2018 mochten er nog chemische producten worden gebruikt met de werkzame stoffen clothianidin, imdacloprid, thiacloprid, acetamiprid en thiamethoxam. Vanwege een verandering in de wetgeving mag dit niet meer. Hierdoor moeten telers en onderzoekers natuurvriendelijke methode gebruiken om het gewas te beschermen tegen bodemlarven.

Het doel van dit literatuur onderzoek is om te achterhalen welke methodes er nog mogelijk zijn voor de bestrijding van bodemlarven. Om dit te achterhalen is er gezocht naar zowel biologische oplossingen als chemische oplossingen die nog wel inzetbaar zijn. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: “Wat zijn alternatieve methoden om ritnaalden, engerlingen en emelten te bestrijden in teelt van gras, aardappels, mais, suikerbieten en voederbieten?”. Deze gewassen ondervinden de grootste schade van de bodemlarven.

In de resultaten is er een onderverdeling gemaakt van de bestrijdingsmethode in biologische producten, natuurlijke vijanden, preventie maatregelen. In afbeelding 1 staan de verschillende methode uitgewerkt op effectiviteit, toepasbaarheid en voor- en nadelen. Uit de resultaten bleek dat het mogelijk is om bodemlarven op alternatieve methode te bestrijden. Het enige wat hier uit gehaald kan worden is dat de mogelijkheden voor bestrijding die worden beschreven geen 100% garantie geven van bestrijding en vaak niet direct beschikbaar zijn voor een teler. Daarnaast moet er goed gekeken worden naar welke natuurlijke vijanden er in worden gezet per gewas. Het grootste nadeel van de methodes zijn de kosten. Vele van de methoden kunnen worden gebruikt in alle teelten, maar ook zijn er methode gevonden die maar bij een of twee gewassoorten gebruikt mogen worden.

Op basis hiervan wordt aanbevolen om als gangbare teler toch goed te kijken naar wat de makkelijkste en snelste manier van bestrijding is. Als een teler al akkerranden heeft is het heel makkelijk om gebruik te maken van natuurlijke vijanden van bodemlarven. Heeft een teler dit niet maar wel een machine waarmee Nemathorin 10G kan worden ingezet, dan is dat veel snellere manier van bestrijding. Zo moet een teler dus echt voor zichzelf te raden gaan op wat de meest haalbare methode is. Eveneens zijn er methode waarbij er nog veel meer onderzoek moet worden gedaan om een beter beeld te krijgen van de methode. Zoals hoe effectief een natuurlijke vijand is tegen een bodemlarves.

Bestrijding	Effectiviteit	Toepasbaarheid	voordelen	Nadelen
Granulaat	-/+	+, gras	-Natuurlijk product. -Plant wordt vitaler.	-Alleen te gebruiken bij gras. -Geen directe bestrijding. -Weinig onderzoek naar bodemlarven.
<u>Tercol</u>	-/+	+, Mais, aardappel	-Natuurlijk product. -Plant wordt vitaler.	-Alleen te gebruiken bij mais en aardappels. -Verschil in resultaten van onderzoeken. -Geen directe bestrijding.
<u>biofumigenten</u>	-/+	+, alle gewassen	-Natuurlijk product.	-Werkt goed in buitenland met andere soorten bodemlarven, in België nog veel onderzoek nodig. -Moeilijk te behalen randvoorwaarden.
Natuurlijke vijanden	??	+, alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Subsidies. -van de dieren die in de natuur leven is de aanschaf 0 euro.	-Hoge kosten en onderhoud van akkerranden en houtingels. -Geen informatie over efficiëntie van bestrijding. -nematoden is aanschaf ervan heel hoog.
Geen gras laten groeien/preventie	+	-, alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Goede inzicht op aanwezigheid van bodemlarven.	-Geen gewas in het seizoen. -Teler loopt kosten mis.
<u>Nemathorin 10G</u>	+	+/-, aardappel	-Goede resultaten bij emelten. -Minder schade aan planten. -Werkt zowel tegen ritnaalden als emelten.	-Geen natuurlijke bestrijding. -Grote kans op verbod.
Lokvallen	+	+ alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Goedkope producten. -alleen mannetjes worden aangetrokken. Zo sterven meikevers niet uit.	-Arbeidsintensief met leeg halen van vallen. -Nu alleen nog voor meikevers. -Hoge kosten van feromonen. -Meer onderzoek naar hoeveel vallen op 1 ha nodig.

Afbeelding 1. Bestrijdingsmethode.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	9
1.1. Ritnaalden	10
1.2. Emelten	11
1.3. Engerlingen	12
1.4. Alternatieve bestrijdingsmethode	13
2. Materiaal en methode	15
2.1. Literatuuronderzoek	15
2.2. Zoektermen	15
2.3. Criteria voor in- of uitsluiting	16
2.4. Analyse	16
3. Resultaten	17
3.1. Bestrijding op de biologische bedrijven	17
3.1.1. Granulaat tipulex	17
3.1.2. Tercol	17
3.1.3. Biofumigatie	18
3.2. Natuurlijke vijanden	19
3.2.1. Natuurlijke vijanden emelten en langpootmuggen	19
3.2.1.1. Parasitaire nematoden	19
3.2.1.2. Merels en spreeuwen	20
3.2.1.3. Spinnen	22
3.2.2. Natuurlijke vijanden ritnaalden en kniptorren	23
3.2.2.1. Parasitaire nematoden	23
3.2.2.2. Roofvliegen	24
3.2.2.3. Loopkevers	25
3.2.2.4. Merels	25
3.2.3. Natuurlijke vijanden engerlingen en meikevers	25
3.2.3.1. Parasitaire nematoden	26
3.2.3.2. Gewone keverdoders	27
3.3. Alternatieve bestrijdingsmethode	28
3.3.1. Preventie maatregelen tegen emelten, ritnaalden en engerlingen	28
3.3.2. Nemathorin 10G	28
3.3.3. Lokvallen inzetten tegen engerlingen	29
3.4. Analyse	30
4. Discussie	31
5. Conclusie & aanbeveling	34
6. Bronnenlijst	36

1. Inleiding

In midden jaren negentig zijn neonicotinoïden toegelaten voor de chemische bestrijding van plant parasiterende insecten (Neonicotinoïden, 2020). Neonicotinoïden is de verzamelnaam voor de werkzame stoffen clothianidin, imdacloprid, thiacloprid, acetamiprid en thiamethoxam (Wood & Goulson, 2017). De stoffen verschillen in moleculaire structuur. Clothianidin, imdacloprid en thiamethoxam hebben de stof nitroguanidine aan het einde van de ketens en bij thiacloprid, acetamiprid is dit de stof pyridylmethylamine (Neonicotinoïden, 2020). De werkzame stoffen bestrijden plant parasiterende insecten en bodemlarven. Enkele voorbeelden van plant parasiterende insecten zijn bladluizen (*Aphidoidea*), sprinkhanen (*Caelifera*) en witte vliegen (*Aleyrodidae*) (Whitehorn, O'Connor, Wackers & Goulson, 2012).

Neonicotinoïden hebben een systemische werking, dit wil zeggen dat een plant de werkende stof kan opnemen en kan transporteren via het floëem en xyleem in de plant (Wood & Goulson, 2017). Afhankelijk van het soort werkzame stof kan de teler er voor kiezen om het te spuiten, het aan de bodem toe te voegen of om het aan een zaadcoating toe te voegen (Blacqui re, Smagghe, van Gestel & Mommaerts, 2012). Een insect kan neonicotinoïden binnen krijgen door het opzuigen van plantensappen. Een andere manier voor insecten om neonicotinoïden binnen te krijgen is via het stuifmeel van een bloem. Bij insecten binden neonicotinoïden zich aan nicotinerge acetylcholine receptoren (nAChRs). Deze stoffen kunnen niet worden afgebroken door het enzym acetylcholinesterase, waardoor de neonicotinoïden altijd op de nicotine acetylcholine receptoren blijven zitten (Bird decline, insect decline and neonicotinoids, z.d.). De receptor nicotinerge acetylcholine zorgt voor de signaaloverdracht binnen het zenuwstelsel, voornamelijk voor cognitieve vaardigheden. Maar doordat de neonicotinoïden aan de nicotinerge acetylcholine binden, vermindert de werking van deze receptor en wordt de signaal overdracht ontregeld (Bird decline, insect decline and neonicotinoids, z.d.). Uiteindelijk zal er helemaal geen signaal meer worden overgedragen en zal een insect sterven (Fairbrother, Purdy, Anderson & Fell, 2014).

Zoals eerder is vermeld verplaatsen de werkzame stoffen zich naar alle delen van de plant (Wood & Goulson, 2017). Bovendien is het probleem van neonicotinoïden dat de werkzame stoffen niet specifiek zijn voor één soort insect, maar het doodt ook de insecten die gewassen niet aantasten en juist gunstig zijn voor planten (Blacqui re, Smagghe, van Gestel & Mommaerts, 2012). Een voorbeeld hiervan zijn bijen die het nectar van de bloemen opzuigen en zo de planten bestuiven. Op deze manier krijgen bijen de werkzame stoffen binnen en zullen dood gaan (Zeng, Chen, & Zeng, 2013).

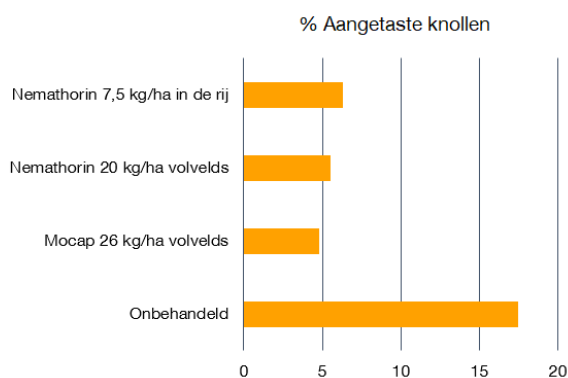
Om te voorkomen dat ook voor het gewas en de mens nuttige insecten dood gaan, zijn in de afgelopen jaren drastische maatregelen opgesteld voor de landbouw ten aanzien van het in stand houden van biodiversiteit. Een van deze maatregelen is dat er (sinds 19-12-2018) geen neonicotinoïden meer mogen worden gebruikt in zaadcoatings (Rundl f, Andersson, Bommarco, Fries, Hederstr m, Herbertsson & Smith, 2015). Deze maatregel heeft een groot effect op de teelt van mais, graszoden, suikerbieten en voederbieten. Voor aardappels is het een groot nadeel dat er steeds minder neonicotinoïden gebruikt kunnen worden. Deze worden over het land gespoten met een spuitmachine. Hierdoor kunnen insecten de aardappelen makkelijker aantasten (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit, 2019).

De verwachting is dat telers grote problemen gaan ondervinden van de macro invertebraten, emelten, ritnaalden en engerlingen. Er wordt specifiek gekeken naar deze macro invertebraten omdat deze de meeste schade geven aan gewassen (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit, 2017). Er zijn nog maar weinig

chemische bestrijdingsmiddelen die gebruikt mogen worden bij de bestrijding van ritnaalden, engerlingen en emelten. Vanuit de EU is besloten dat er vanaf 2020 alleen nog neonicotinoïden worden gebruikt met de werkzame stoffen imidacloprid en acetamiprid. Vanuit de overheden wordt verwacht dat deze werkzame stoffen binnenkort ook niet meer beschikbaar zijn (Neonicotinoïden, 2020).

Doordat er steeds meer gewasbeschermingsmiddelen wegvallen, is er nu nog maar één middel dat volgens de wet gebruikt mag worden tegen ritnaalden, dit is Nemathorin 10G (werkzame stof fosthiazaat). In afbeelding 1 is te zien wat voor schade vermindering dit middel geeft bij aardappels. Hierin staat ook mocap (werkzame stof ethoprofos) aangegeven als mogelijk gewasbeschermingsmiddel. Dit mocht alleen in 2020 nog worden gebruikt bij de teelt van vroege aardappels (ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit, 2019). Tegen emelten en engerlingen mag dit jaar nog gebruik worden gemaakt van merit turf, dit is een middel met de werkzame stof imdacloprid (Raats, 2011). Naar deze stof wordt inmiddels ook onderzoek gedaan naar wat voor effect het heeft op bijen (Raats, 2011). Voor effectieve bestrijding van ritnaalden, engerlingen en emelten is het nodig om meer te weten over hun levenscyclus, waardplanten en foerageer patronen.

Proef uitgevoerd in opdracht van Agrifirm door het HLB in Wijster in 2019



Afbeelding 1. Hier is te zien dat met Nemathorin de aangetaste knollen lager is (Ministerie van Landbouw ,Natuur en Voedselkwaliteit directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit, 2019).

1.1. Ritnaalden

Ritnaalden, ook wel bekend als koperwormen, zijn de larven van de kniptor (*Agriotes sp.*). De benaming koperworm komt doordat de ritnaalden een geelbruine kleur hebben, zoals is te zien op afbeelding 2. De ritnaalden hebben een lengte van ongeveer 2 tot 5 cm (Huiting, Ester, Arkema, Gruppen & Huisman, 2003).



Afbeelding 2. Uiterlijk van een ritnaald (Ritnaald, 2006).

Kniptorren komen het meeste voor in éénjarige gewassen als grasland, graszaad en (winter)granen. Kniptorren plaatsen de eitjes op een grond die vochtig is en een dichte begroeiing heeft, op deze manier drogen de eitjes niet snel uit (Huiting, Ester, Arkema, Gruppen & Huisman, 2003). Voordat ritnaalden gaan verpoppen leven de ritnaalden als larven drie tot vijf jaar in de bodem (Huiting, 2010). In de eerste twee jaar brengen de ritnaalden nog weinig schade aan gewassen omdat ritnaalden voornamelijk dood organisch materiaal foerageren. Na de eerste twee jaar begeven de ritnaalden zich naar het organisch materiaal onder in de ploegvoor (Huiting, 2010). Wanneer het erg droog wordt zullen de ritnaalden overgaan op het foerageren van levende planten. Als er niet meer genoeg organisch materiaal in de bodem is, worden de gezaaide gewassen het voedsel voor de larven (Huiting, Ester, Arkema, Gruppen & Huisman, 2003). Om schade van ritnaalden te voorkomen, moet niet alleen de ritnaald worden bestreden, maar ook de kniptor die zorgt voor nieuwe larven (Groen Kennisnet, z.d.). Het gewas dat het meest bedreigd wordt door ritnaalden zijn suikerbieten, voederbieten, mais en aardappels (Huiting, Ester, Arkema, Gruppen & Huisman, 2003).

1.2. Emelten

Emelten zijn de larven van langpootmuggen (*Tipula sp.*). Emelten geven grote problemen voor de landbouw, omdat emelten polyfaag zijn. De langpootmuggen leven in populaties bij elkaar en leggen aan het einde van de zomer eieren (Elberse, 2010). De vrouwtjes leggen 300 tot 400 eieren. De duur van het eistadium is rond de 15 dagen (Groen Kennisnet, z.d.). Bij voorkeur kiest de langpootmug voor een graslandperceel, maar soms ook een grasgroenbemesterperceel (van Rozen & Raaijmakers, 2014).

Tijdens de vier larvenstadia leven emelten in de bodem, van ongeveer september tot juli. Door in de bodem te leven overwinteren de larven en komen deze in het voorjaar weer naar boven om zich te voeden (van Rozen & Raaijmakers, 2014). In het begin stadium zijn de larven wit en later blauw-grijs van kleur en hebben een lengte van 2,5 tot 5 cm, zoals te zien is op afbeelding 3 (Elberse, 2010). In de winter bevinden de emelten zich, als 1,5 cm grote larven, in de grond in rusttoestand. Vanaf half maart worden emelten actief. Eind mei, begin juni zijn de emelten volgroeid. In augustus begint de verpoping (Groen Kennisnet, z.d.).



Afbeelding 3. Het uiterlijk van een emelt (Emelt. z.d.).

Ook het verpoppen van de emelten gebeurt in de bodem. Net als de larven zijn de poppen ook eerst wit, maar worden later geelbruin. Het verpoppen duurt ongeveer 3 weken. Na ± 10 dagen komen de volwassen langpootmuggen tevoorschijn. Direct daarna vindt paring plaats. De muggen zijn actief gedurende de ochtend en tegen de avond onder meer vochtige omstandigheden (van Rozen & Raaijmakers, 2014).

De emelten foerageren voornamelijk op dood organisch materiaal, maar soms eten grote emelten ook levende delen van planten zoals plantenwortels. Als de temperatuur in de nacht op loopt, komen emelten uit de bodem en eten ze bovengrondse delen van een gewas (Groen Kennisnet, z.d.). Wanneer er veel larven aanwezig zijn op een perceel kunnen deze veel schade aanbrengen aan een gewas of grasvelden (Hellingman & van Vliet, 2011). Gewassen die grote schade ondervinden van emelten zijn suikerbieten, voederbieten en de graszodenteelt. In 2013 veroorzaakten emelten in 50 tot 100 hectare suikerbieten schade die nog opnieuw ingezaaid konden worden. Maar er waren ook honderden hectaren die niet opnieuw ingezaaid konden worden (van Rozen & Raaijmakers, 2014). In totaal werd in 2013 op 73.194 ha suikerbieten geteeld in Nederland, dus ook met gebruik van neonicotinoïden zijn er veel problemen.

1.3. Engerlingen

Engerlingen zijn de larven van meikevers (*Melolontha melolontha*), junikevers (*Amphimallon solstitiale*) en rozenkevers (*Phyllopertha horticola*). Engerlingen zijn vuilwit tot lichtgelig van kleur. Engerlingen hebben een kop met goed zichtbare kaken. Het achterlijf van de engerlingen is gekromd en dik en in de vorm van een zak, zoals te zien is op afbeelding 4 (Groen Kennisnet, z.d.). De engerlingen kunnen een lengte hebben van 3 tot 5 cm (Van Rozen, Wolters, & Olijve, 2015).



Afbeelding 4. Het uiterlijk van een engerling (Engerling. z.d.).

De volwassen stadia van de engerling leggen de eieren in humusrijke grond, de eieren worden hier in de bodem gelegd op een diepte van 10 tot 25 cm. De engerlingen komen na 4 tot 6 weken uit de eieren. De engerlingen leven vervolgens 3 tot 5 jaar in de bodem. Na deze periode zal de larve overgaan in het popstadium (Van Rozen, Wolters, & Olijve, 2015). De diepte waar de engerlingen overleven in de bodem is ± 20 cm. Na het popstadium komen de kevers tevoorschijn rond eind april, begin mei. Op warme avonden komen de kevers uit de grond (Groen Kennisnet, z.d.).

Niet alle engerlingen zijn even groot, zo zijn die van de rozenkever kleiner dan die van de meikever. Het andere verschil tussen deze engerlingen is dat die van de rozenkevers een levenscyclus van één jaar hebben (Van Rozen, Wolters, & Olijve, 2015). Deze larven foerageren in het voorjaar voornamelijk op ondergrondse plantendelen van gras, vaste planten en jonge heesters en bomen. Wanneer heel veel engerlingen op een plek zijn, dan kunnen ze veel schade brengen aan planten (van Tol, Wiegiers & de Kogel, 2011). Dit is niet alleen een probleem in de landbouw, ook voor een gazon kan dit grote problemen opleveren (Groen Kennisnet, z.d.). De engerlingen zorgen ook voor indirecte schade. Wanneer de engerlingen in grote getalen voorkomen op een grasveld komen hier kraaiachtigen (*Corvidae sp.*) op af. Deze kraaiachtigen trekken dan de graszode los op zoek naar engerlingen (Groen Kennisnet, z.d.).

1.4. Alternatieve bestrijdingsmethoden

In de biologische landbouw mogen neonicotinoïden helemaal niet gebruikt worden. In de biologische landbouw wordt gewerkt met ecologische processen, biodiversiteit en kringlopen (Biologische landbouw, z.d.). Op basis van kennis van de levenscycli, waardplanten, foerageer patronen en natuurlijke vijanden van parasiterende insecten, probeert men in de biologische landbouw problemen met ziekten en plagen zo veel mogelijk te voorkomen (Biologische landbouw, z.d.). Dit is een methode wat goed werkt in de biologische landbouw, alleen hoe en of dit ook kan in de gangbare teelt is de vraag. Want in deze vorm van telen wordt anders omgegaan met de bodem en ecosystemen (Biologische landbouw, z.d.). Engerlingen en emelten worden voornamelijk bestreden met parasitaire nematoden, deze nematoden eten de larve op. Dit is een mooie biologische oplossing om de larve te bestrijden, alleen het nadeel van parasitaire nematoden is dat wanneer er geen larve meer zijn bacteriën worden gefoerageerd. Hierbij worden dan niet alleen slechte bacteriën gefoerageerd, maar ook bacteriën die belangrijk zijn voor een gewas (Groen Kennisnet, z.d.; Elberse, 2010). Omdat de parasitaire nematoden ook problemen geven voor de landbouw is het van belang dat wordt gekeken naar alternatieve bestrijdingsmethoden van de macro invertebraten (Bloemhard & Kromwijk, 2010).

De hoofdvraag van dit onderzoek is: Wat zijn alternatieve methoden om ritnaalden, engerlingen en emelten te bestrijden in teelt van gras, aardappels, mais, suikerbieten en voederbieten?

De deelvragen die van belang zijn om uiteindelijk tot een antwoord te komen op de hoofdvraag luiden als volgt:

- Hoe vindt de bestrijding van ritnaalden, engerlingen en emelten in gras, aardappels, mais, suikerbieten en voederbieten plaats op biologische bedrijven?
- Wat zijn de natuurlijke vijanden van de larven en volwassenen stadia van de genoemde macro invertebraten?
- Hoe kan men de natuurlijke vijanden van deze macro invertebraten aantrekken?
- Welke bekende alternatieve bestrijdingsmethoden zijn er die niet (veelvuldig) worden gebruikt in de biologisch teelt tegen ritnaalden, engerlingen en emelten?

Het doel van dit literatuur onderzoek is het in kaart brengen van mogelijke alternatieve bestrijdingsmethoden van ritnaalden, engerlingen en emelten voor gangbare landbouw. Als dit rapport af is kunnen onderzoekers het gebruiken als een informatie bron met alternatieve bestrijdingsmethoden tegen ritnaalden, engerlingen en emelten. Op basis van de bevindingen uit de literatuur kunnen praktijkproeven opgezet worden om de bestrijdingsmethoden te testen. De resultaten van dit onderzoek kunnen ook direct gebruikt worden door gangbare telers, die informatie willen over alternatieve bestrijdingsmethoden van ritnaalden, engerlingen of emelten. Alternatieve bestrijdingsmethoden voor deze groep insecten kan de opstart zijn voor een meer geïntegreerde gewasbescherming in gangbare teelten. Hiermee wordt bedoeld dat een teler zo omgaat met zijn bodem en het ecosysteem dat er een goede balans is tussen de nuttige insecten en de plant parasitaire insecten.

2. Materiaal en methode

Om een antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen wordt er gebruik gemaakt van een literatuur onderzoek. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op acties die genomen zijn om antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen. Verder bevat dit hoofdstuk criteria die zijn gebruikt om te bepalen of een bron wel/niet in het verslag word opgenomen.

2.1. Literatuuronderzoek

Om een zo duidelijk mogelijk onderzoek te doen is niet alleen gekeken uit welk land een verslag komt maar ook naar het jaar van uitgave van een bron. Er wordt gekeken naar de landen om te bepalen wat de klimaatomstandigheden zijn in deze bronnen. Wanneer deze niet bekend zijn vanuit een bron kan dit worden opgezocht op internet. De leeftijd van de bron is van belang omdat er pas net nieuwe wetgevingen zijn rond om het gebruik van neonicotinoïden. oudere bronnen maken vaker gebruik gemaakt van methoden die niet meer mogen dus in nieuw onderzoek is er een grotere kans op nieuwe bestrijdingsmethoden zonder neonicotinoïden.

Om antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen is gezocht naar onderzoeken en vakbladen die uit West-Europa en Noord-Amerika komen. Onder West-Europa vallen de volgende landen: Nederland, België, Duitsland, Denemarken, Frankrijk en Engeland. Met Noord-Amerika wordt bedoeld de VS en Canada. Er is gekozen voor de landen in West-Europa, omdat deze landen nagenoeg dezelfde klimaatomstandigheden hebben als Nederland. De keuze voor Amerika en Canada is, omdat de klimaatomstandigheden in sommige delen van deze landen hetzelfde zijn als in Nederland. Dit komt doordat deze landen ongeveer op dezelfde breedtegraad als Nederland liggen. Tevens zijn er in Amerika al veel onderzoeken gedaan naar emelten, ritnaalden en engerlingen.

2.2. Zoektermen

Na het formuleren van de onderzoeksvragen zijn zoektermen geselecteerd die hielpen bij het vinden van de antwoorden. Deze zoektermen werden gebruikt in online zoekmachines om een breed scala aan zowel wetenschappelijke als niet-wetenschappelijke bronnen te vinden. Zoekopdrachten voor nieuwsartikelen, vakbladen en andere niet-wetenschappelijke bronnen werden gedaan met Google. De wetenschappelijk zoekopdrachten zijn uitgevoerd met Google Scholar en Sciencedirect. De zoektermen die zijn gebruikt waren in het Nederlands en het Engels. Als een wetenschappelijke bron werd gebruikt is er gekeken of er nog nieuwe relevante bronnen werden gebruikt in de bron.

Om te bepalen welke zoektermen worden gebruikt om bronnen te vinden is gekeken naar de onderzoeksvragen. Uit deze onderzoeksvragen zijn de volgende zoektermen gekomen: emelten, ritnaalden, engerlingen, natuurlijke vijanden en biologische bestrijding. Om deze zoektermen te ondersteunen is gebruik gemaakt van de volgende zoektermen chemische bestrijding, biologische landbouw, bestrijding, natuur inclusieve landbouw en neonicotinoïden. De zoektermen zijn zowel in het Nederlands gebruikt als in het Engels. In de tabel 2.1 staan de sleutelwoorden die zijn gebruikt in het onderzoek en overige zoektermen, deze staan hier zowel in het Nederlands als in het Engels.

Tabel 2.1. Zoektermen.

Sleutel zoektermen	Overige zoektermen
Natuurlijke vijanden (natural enemies)	Chemische bestrijding (chemical control)
Emelten (<i>Tipula sp.</i>)	Biologische landbouw (biological agriculture)
Ritnaalden (<i>Agriotes sp.</i>)	Bestrijding (control)
Engerlingen (<i>Phyllopertha horticola</i> , <i>Amphimallon solstitiale</i> & <i>Melolontha</i>)	Natuur inclusieve landbouw (nature-inclusive agriculture)

Langpootmuggen (<i>Tipula sp.</i>)	Neonicotinoïden (neonicotinoids)
Biologische bestrijding (biological control)	
Meikevers (<i>Melolontha</i>), junikevers (<i>Amphimallon solstitiale</i>) en rozenkevers (<i>Phyllopertha horticola</i>)	
Kniptorren (<i>Agriotes sp.</i>)	

2.3. Criteria voor in- of uitsluiting

Voor dit onderzoek is gezocht naar bronnen die tussen 2000 en 2020 zijn opgesteld. Hier is voor gekozen, omdat vanaf 2000 al onderzoek is gedaan naar het gebruik van neonicotinoïden en het effect er van op bijen en vogels. De bronnen moesten in het Nederlands of Engels zijn. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van wetenschappelijke bronnen, maar wanneer er relevante informatie staat in een vakblad of agrarisch nieuwsplatform is deze ook gebruikt als bron. Een ander onderzoek platform die gebruikt is waren sites van overheidsorganisaties. In tabel 2.2 staan de criteria die bepalen of een bron wel of niet werd gebruikt.

Tabel 2.2. Opname- en uitsluitingscriteria.

Opnamecriteria	Uitsluitingscriteria
Bronnen in het Nederlands of Engels.	Bronnen in andere talen dan Nederlands of Engels.
Bronnen op het gebied van biologie, epidemiologie of landbouw.	Bronnen buiten het veld van biologie of epidemiologie of landbouw.
Bronnen die bijdragen aan het beantwoorden van een of meer onderzoeksvragen.	Bronnen die niet bijdrage aan het beantwoorden van een of meer onderzoeksvragen.
Bronnen tussen 2000-2020.	Bronnen voor 2000.
Onderzoeken die zijn gedaan in uit West-Europa en Noord-Amerika.	Onderzoeken buiten deze gebieden.

2.4. Analyse

De resultaten worden geanalyseerd door goed te kijken naar de voors en tegens van de alternatieve bestrijdingsmethode die zijn gevonden. Hierbij wordt er gekeken naar de kosten die een teler moet maken en hoe ingrijpend een verandering kan zijn op een bedrijf. Om een goed beeld te krijgen van de methode volgt er een analyse die zich richt op de toepasbaarheid en de effectiviteit van de methode die zijn gevonden in de literatuur. Deze methode worden dan met elkaar vergeleken op welke de meest betrouwbare werking heeft. Op deze manier kon er beter worden geconcludeerd op wat een goede methode is en wat er minder goed zou kunnen werken in de praktijk.

3. Resultaten

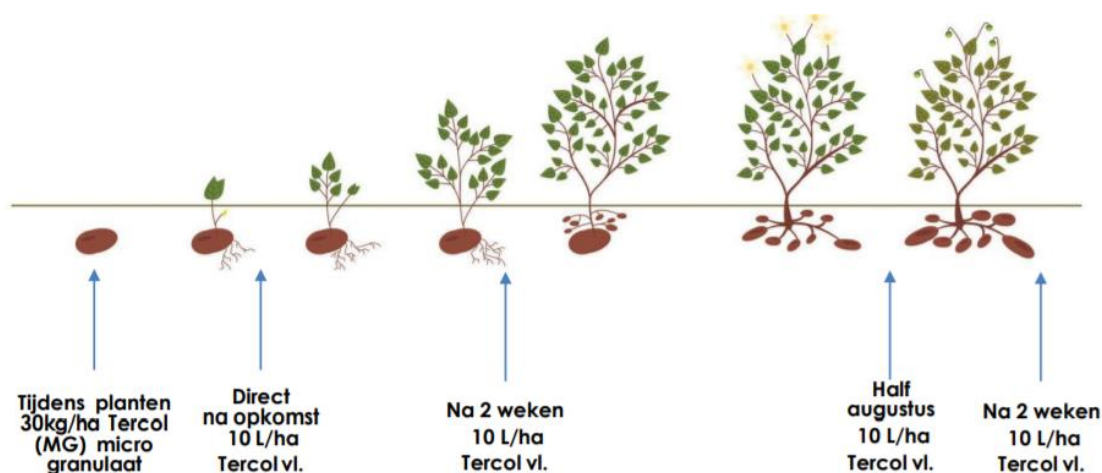
3.1. Bestrijding op de biologische bedrijven

3.1.1. Granulaat tipulex

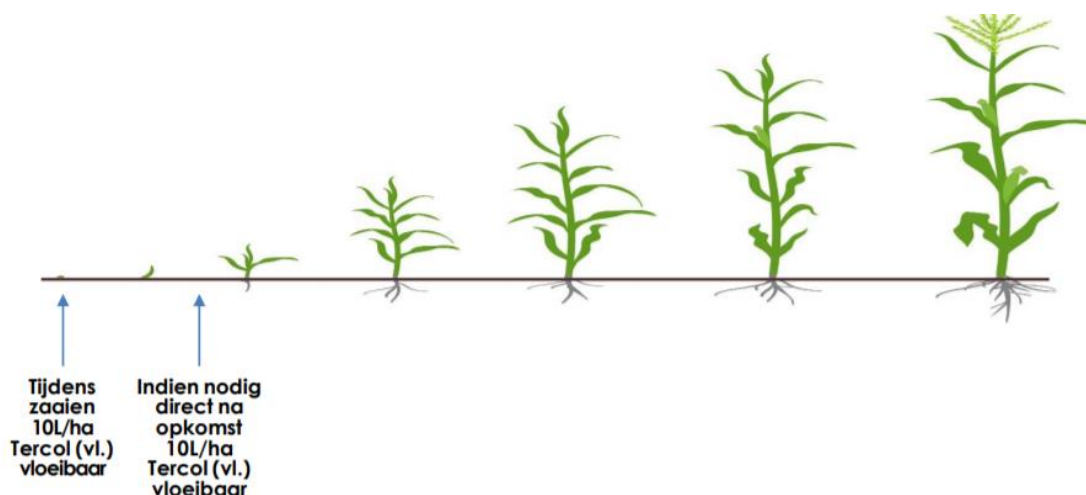
Granulaat tipulex is een biologische middel wat emelten en engerlingen kan bestrijden. De plantenextracten zorgen ervoor dat de larve weg blijven van de planten (greenguard). Het granulaat is ontwikkeld door het bedrijf Deruned BV (van Rozen & Huiting, 2012). Bij veldproeven van PPO is er gekeken naar verschillende biologische bestrijdingsmethode tegen emelten en engerlingen, hierbij was tipulex er een van. Bij een veldproef in Winterswijk was er een vermindering waargenomen op het aantal emelten en engerlingen na het gebruik van Tipulex (van Rozen & Huiting, 2012). In het onderzoek wordt vermeld dat er een afname is van de larve alleen dit was ook het geval bij de controle groep. Hierdoor kan het niet hard worden gemaakt dat de Tipulex effect heeft gehad. Andere omstandigheden hebben er voor gezorgd dat de larve weg zijn gegaan, alleen weten de onderzoekers niet welke dit zijn (van Rozen & Huiting, 2012). In een eerdere proef heeft PPO ook gekeken naar het effect van tipulex alleen door de extreme weersomstandigheden waren alle eitjes, emelten en engerlingen waarschijnlijk al weg uit het perceel voordat er werd gestart met de proef. Granulaat tipulex kan worden gebruikt bij de teelt van gras (van Rozen & Huiting, 2012). Dosering is 1 kilo per 0,01 ha en kost per 20 kg 333,96 euro (greenguard).

3.1.2. Tercol

Tercol kan worden gebruikt in de tuin- en landbouw om de aantasting door ritnaalden te verminderen. Tercol zorgt ervoor dat de bodem en plant weerbaarder worden tegen verschillende stress factoren. Doormiddel van het toevoegen van tercol wordt het natuurlijk herstellend vermogen van een gewas ondersteunt. Het zorgt er voor dat de wortels van planten weerbaarder worden tegen ziekten en plagen (Rozen, & Vlaswinkel, 2014). Het zorgt er op deze manier voor dat wanneer er vraatschade is aan een plant dat deze hier beter tegen bestand is (Rozen, & Vlaswinkel, 2014). Tercol is een middel dat bestaat uit specifiek gekozen kruidenconcentraten op basis van water, het is een plantaardig en natuurlijk middel (Tercol, 2020). Hierdoor is het middel niet giftig voor mens, dier, plant en milieu. Het is te koop in de volgende vormen; vloeibaar, korrelvorm en als granulaat. Bij de korrels en het granulaat zit de tercol vast aan montmorolonite, dit is een kleimineraal dat ervoor kan zorgen dat kan zorgen voor minder uitspoeling in de bodem (de Lange, 2015). De beste manier om tercol toe te dienen is preventief en om een optimale werking is het nodig om het te gebruiken bij vochtige bodems. Het vloeibare middel kan over een perceel worden gespoten met een sproeier of een spuit met een grof mondstuk (Tercol, 2020). Voor het korrel- en granulaatproduct is het optimaal om deze tijdens het zaaien te laten mengen met de bodem, dit kan worden gedaan met een strooier die zorgt voor een gelijke verdeling. Hierbij helpt het om gebruik te maken van een spitvrees of volveldsvrees. Kan worden ingezet bij alle teelten (Tercol, 2020). Door het bedrijf pireco wordt deze biostimulant aangeprijsd als een product dat er voor kan zorgen dat gewassen beter bestand zijn tegen ritnaalden (Tercol, 2020). Vanuit de onderzoekswereld zijn er onderzoeken gedaan naar de werking van tercol. Alleen in deze proeven is er gekeken naar de bestrijding van witlofmineervliegen of bonenluizen (Rozen, & Vlaswinkel, 2014) (de Lange, 2015). Proeftuin Zwaagdijk geeft aan als gebruik wordt gemaakt van tercol dat er een afname is te vinden in de witlofmineervliegen (de Lange, 2015). Bij de WUR kwam er naar voren dat de planten die zijn behandeld met tercol minder schade hadden dan de planten die niet behandeld waren. Maar hier was ook te zien dat het niet beter werkte dan een zaadbehandeling (die toen nog mochten) (Rozen, & Vlaswinkel, 2014). De kosten van tercol zijn 79,95 euro per 5L en 15,95 euro per 5kg granulaat korrels (Tercol, 2020). In de afbeelding 5 en 6 staat aangegeven hoeveel en wanneer er gebruik moet worden gemaakt van tercol bij aardappels en mais (de Lange, 2015).



Afbeelding 5. gebruik van tercol bij aardappels (de Lange, 2015).



Afbeelding 6. gebruik van tercol bij mais (de Lange, 2015).

3.1.3. Biofumigatie

Om de ritnaalden te kunnen bestrijden is een mogelijke oplossing het inwerken van een biofumigant. Biofumiganten zijn toxische moleculen die vrij komen bij beschadigd weefsel, dit komt voornamelijk voor bij *Brassica sp.* (Furlan, et al. 2010). Een product dat vrij komt bij biofumigatie bij *Brassica sp.* is allyl-isotiocyaten, deze stof heeft aan getoond dat het een werking heeft tegen ritnaalden (Furlan, et al. 2010). In Afrika is een proef gedaan met *Brassica carinata* en heeft het ontvetten van het zadenmeel goede resultaten laten zien tegen ritnaalden, dit kwam door het klimaat wat hier beter is dan in België (van Ceulenbroeck, de Win, & Temmerman, z.d.). Helaas is dit in België niet zo geweest toen er proeven werden gedaan met *Brassica sp.* groenbemers. Dit komt omdat er bepaalde factoren spelen die zorgen voor een betere bestrijding van de ritnaalden (van Ceulenbroeck, de Win, & Temmerman, z.d.). Er moet een minimale dosis glucosinolaten aanwezig zijn, deze wordt bepaald aan de hand de biomassa van de groenbemers en hoeveel glucosinolaten aanwezig zijn bij de gezaaide *Brassica sp.* (Furlan, et al. 2010). Tevens zijn het inwerkingstijdstip, de bodemtemperatuur, het bodemvochtgehalte en de aanwezigheid van ritnaalden in de toplaag van de bodem van groot belang (van Ceulenbroeck, de Win, & Temmerman, z.d.).

3.2. Natuurlijke vijanden

3.2.1. Natuurlijke vijanden van emelten en langpootmuggen

Emelten en langpootmuggen hebben een rits aan natuurlijke vijanden die ervoor zorgen dat een populatie van emelten en langpootmuggen niet te groot wordt. De emelt heeft als meest voorkomende natuurlijke vijanden parasitaire nematoden. Langpootmuggen moeten voornamelijk oppassen voor spinnen. Er zijn ook natuurlijke vijanden die alle twee kan bestrijden dit zijn merels en spreeuwen die langpootmuggen uit de lucht kunnen vissen en in de bodem opzoek gaan naar emelten (Groen Kennisnet, z.d.).

3.2.1.1. Parasitaire nematoden

Nematoden zijn kleine, draadachtige bodemorganismen die 0,3 tot 0,7 mm klein zijn. Samen met de insecten behoort het tot het grootste aantal meercellige organisme op aarde. De nematoden kunnen worden waargenomen in elk soort habitat, in de bodem van de zee tot de toppen van de Himalaya en in de larven van insecten (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.). Nematoden foerageren planten, bacteriën, schimmels en ook andere nematoden. Nematoden zijn de natuurlijke vijand van verschillende larven, zo ook van de emelten. De emelten worden gebruikt als voedsel en als voortplantingsplaats (Toubarro, et al. 2010).

Steinernema carpocapsae is de natuurlijke vijand van emelten, verschillende rupsen (buxusmot, nachtuilen, Opogona, fruitmot, kooluil, groenteuil en de mot *Duponchelia fovealis*), veenmollen en larven van de grote dennenkever. Tevens kunnen *Steinernema carpocapsae* ook zorgen voor de bestrijding tegen teken, vlooiën, koperwormen en de eikenprocessierups. De *Steinernema carpocapsae* is dus een multi inzetbare bestrijdingsmethode (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.).

De *Steinernema carpocapsae* dringt binnen bij emelten en zet een bacterie af in het darmkanaal van de emelt. De bacterie vermeerderd zich in de emelt en de bacterie laat de emelt stoppen met schade aanrichten en zal het uiteindelijk laten sterven (Toubarro, et al. 2010). *Steinernema carpocapsae* foerageren de bacteriën en op deze manier vermeerderd ook *Steinernema carpocapsae* zich. Eén emelt kan er voor zorgen dat duizenden *Steinernema carpocapsae* worden ontwikkeld. Wanneer een emelt dood is, gaan *Steinernema carpocapsae* weg en zoeken ze een andere emelt die nog moet worden bestreden. Wanneer er in de bodem engerlingen aanwezig zijn zullen de nematoden blijven leven en voorplanten, wanneer deze niet aanwezig zijn zullen de nematoden komen te overlijden (Toubarro, et al. 2010).

Steinernema carpocapsae preveren een bodemtemperatuur tussen de 12 °C en 30 °C. Ook is het nodig om de *Steinernema carpocapsae* uit te zetten op een vochtige grond, de grond moet voor een aantal weken vochtig moet blijven (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.). Dit zorgt ervoor dat de nematoden optimaal de werking kunnen uitvoeren waarvoor het bedoeld is. Om de grond goed vochtig te houden is het dus van belang om geregeld te sproeien. De beste periode om het uit te zetten is tijdens of vlak voor een regenbui (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.).

Om de emelten te bestrijden moet er ook gekeken worden naar in welke periode het kan worden ingezet, wanneer dit in de verkeerde periode wordt gedaan hebben *Steinernema carpocapsae* geen effect. Door te kijken naar de levenscyclus van zowel de langpootmug als die van de emelt kan er worden bepaald welke periode het word ingezet (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.). Om emelten zo goed mogelijk te bestrijden kan dit het beste gedaan worden direct na het uitkomen van de eieren, dit is het zwakste moment van de emelten. Om goed te zien wanneer dit is moet er gekeken worden naar wanneer langpootmuggen gaan uitvliegen en eieren leggen. Voor langpootmuggen ligt deze periode rond eind juli en begin augustus. Voordat de eieren

uitkomen zijn we in de levenscyclus 2 weken verder (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.). Het is ook goed mogelijk om de emelten te bestrijden in de gehele eerste larvale stadium deze periode loopt tussen september en begin november. Een teler moet er dus voor zorgen dat de *Steinernema carpocapsae* moet worden uitgezet eind juli begin augustus en tussen september en begin november (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.).

Het is van belang om na 2-3 weken het uitzetten te herhalen om zo voldoende nematode in de grond te hebben die zorgen voor de bestrijding. Voor 500 miljoen *Steinernema carpocapsae* kost dit 149,50 euro. 500 miljoen *Steinernema carpocapsae* is goed voor de bestrijding van emelten op 0,1 ha, de kosten voor 1 ha zijn dus 1495 euro/ha. *Steinernema carpocapsae* kan bij elke teelt worden gebruikt als bestrijdingsproduct (*Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden*, z.d.).

Uit een onderzoek vanuit de WUR is gebleken dat *Steinernema* een goed werking heeft tegen emelten. Hieruit is gebleken dat de emelten niet allemaal dood zijn gegaan maar dat deze vooral een mindere werking kregen. Op deze manier was er minder vraatschade (bij sla) van de emelten, maar deze was niet tot nul te schalen zoals bij de chemische bestrijdingen die zijn gebruikt in het onderzoek.

3.2.2.2. Merels en spreeuwen

In tegen stelling tot de parasitaire nematoden is het niet mogelijk om merels (*Turdus merula*) en spreeuwen (*Sturnus vulgaris*) te kopen. Om gebruik te maken van merels en spreeuwen worden deze gelokt. Ook is het van belang om er voor te zorgen dat de merels en spreeuwen aanwezig zijn rondom om een perceel is het belangrijk om verschillende soorten bomen en struiken te hebben. , Zie afbeelding 7 & 8 voor een merel en een spreeuw (Starling, 2019).

Van oorsprong zijn merels schuwe bosvogels, vanwege de schuwheid van merels was de zeldzaamheid van merels heel groot. Tegenwoordig hebben merels zich verder ontwikkeld tot cultuurvolgers en komen merels op bijna elk biotoop voor (Fritsch, et al., 2012). De plaatsen waar de merel nu allemaal kan voorkomen in Nederland zijn naald- en loofbossen met rottend materie op de grond, tuinen, parken en weilanden met grote struiken. Het is wel van belang dat weilanden begrensd worden met houtsingels waar een merel zich in kan gaan nestelen en foerageren (Fritsch, et al., 2012). Gedurende het hele jaar kunnen merels in Nederland overleven, mits er voldoende voedsel en bescherming aanwezig is (Fritsch, et al., 2012). Het arsenaal aan voedsel voor de merels is nagenoeg onbeperkt, om deze reden worden het ook wel alleseters genoemd. In de natuur leven de merels van wormen, de larve van insecten en bessen (Fritsch, et al., 2012). Merels die zoeken in de bodem naar regenwormen die worden gevoerd aan de kuikens, ook foerageren de merels zich met emelten. Die zoeken ze doormiddel van schuin met het hoofd tegen de bodem aan te houden om te horen of er bodemleven aanwezig is. Merels kunnen goed aanhoren dat er bodemleven aanwezig is tot 10 cm diepte (Fritsch, et al., 2012). Wanneer een merel dit waarneemt gaat het met de snavel in de bodem prikken om deze open te trekken en de emelten te foerageren. Voor merels is het van belang dat er rondom een perceel duindoorns en ligusters aanwezig zijn waar deze in kunnen schuilen voor roofdieren, nesten maken en bessen te plukken (Fritsch, et al., 2012). Omdat merels de emelten in de bodem kunnen vinden als deze zich voortbewegen aan het oppervlak, is het van belang dat er wordt merels aanwezig zijn op een perceel tussen april en oktober. In deze periode zijn de emelten zelf actief opzoek naar voedsel en is het ideaal voor merels om de emelten te vinden in de bodem (Fritsch, et al., 2012). Helaas zijn er geen onderzoeken gevonden in de praktijk die aangeven of de merel ook kan zorgen voor een vermindering op een perceel. Wel moet een teler rekening gaan houden met eventuele extra kosten zoals het aanbrengen van houtsingels langs een perceel en de schaduw inval die er bij komt kijken. Bij een oppervlakte van 0,2750 ha komt de prijs ongeveer neer op 10.541,25 euro, voor 1 ha zijn de kosten 38.331,82 euro. Voor de schaduw inval en kosten die een teler mis loopt is geen beschikbare informatie over. Maar hier tegen over staat wel

dat in 2021 de subsidie voor een houtsingel € 3.201,26 is per jaar (Tarieven SNL beheerjaar 2021, z.d.).



Afbeelding 7. Een merel met emelten in zijn snavel merel. (z.d.).

Het gehele jaar zijn er in Nederland spreeuwen waar te nemen maar er zit een verschil in de soorten. De spreeuwen die wij in de zomer aantreffen zitten in de winter maanden in de zuidelijke contreien van Europa en de winter spreeuwen zitten in de zomer in Scandinavië (Heldbjerg, Fox, Thellessen, Dalby & Sunde, 2017). Spreeuwen kunnen net als merels op bijna elk biotoop in Nederland worden waargenomen. Spreeuwen nestelen zich in de holtes van bomen, in nestkasten in gaten en kieren van huizen (Heldbjerg, Fox, Thellessen, Dalby & Sunde, 2017). Maar een spreeuw is van origine een echte graslandvogel die hier opzoek gaat naar voedsel. Op akkers en weilanden gaat de spreeuw opzoek naar voedsel in de bodem. Hierbij is het voornamelijk dat spreeuwen de emelten foerageren uit de bodem. Spreeuwen worden ook wel gezien als de grootste natuurlijke vijanden van de emelten (Heldbjerg, Fox, Thellessen, Dalby & Sunde, 2017). Om er voor te zorgen dat spreeuwen zich zullen begeven rondom om het perceel is het van belang om broedplaats mogelijkheden te hebben (Heldbjerg, Fox, Thellessen, Dalby & Sunde, 2017). Om dit te creëren kunnen er gaten worden gemaakt in bomen waar de spreeuwen in kunnen gaan of kan er voor worden gekozen om nestkasten te zetten rondom een perceel wat een mooie locatie is. In de winter kunnen de spreeuwen geen emelten meer vinden in de bodem, daarom is het van belang om struiken te plaatsen met bessen zoals een duindoorn of lijsterbes (Heldbjerg, Fox, Thellessen, Dalby & Sunde, 2017). Voor de spreeuwen geldt hetzelfde als voor de merels dat er kosten aan zijn gebonden deze prijzen zullen voor beide vogels hetzelfde zijn. Maar dit betekent niet dat de kosten keer twee moeten worden verrekend als een teler deze alle twee wilt aantrekken.



Afbeelding 8. Een spreeuw die een emelt voert (Spreeuw, z.d.).

Het is verstandig om merels en spreeuwen niet in te zetten bij de bestrijding op gras. Door met de snavels in de bodem te prikken komen graszoden los te liggen en sterft dit mogelijk af. Omdat de vogels met de snavels in de bodem wroeten wordt deze losgetrokken en komen de wortels van het gras los van de bodem. Beter is het om gebruik te maken van de vogels wanneer stukken grond braak liggen dan kunnen de merels en spreeuwen geen schade aanbrengen aan een gewas. De onderzoeken die worden gedaan over merels en spreeuwen gaan over hoeveel deze aanwezig zijn op een bedrijf en niet over de bestrijding tegen emelten.

3.2.2.3. Spinnen

Om de schade aan een gewas te voorkomen moet er niet alleen gekeken worden naar het bestrijden van de emelten, maar ook naar de bestrijding van de langpootmuggen (Marc, Canard & Ysnel, 1999). De langpootmuggen geven niet direct schade aan het gewas maar zorgen er wel voor dat de populatie emelten intact blijven. Spinnen (*Araneae*) kunnen niet zoals een chemische bestrijding in worden gezet en gekocht (Marc, Canard & Ysnel, 1999). Spinnen moeten worden aangetrokken door een biotoop op te stellen rondom het perceel waar spinnen kunnen overleven en voortplanten. De spinnen bestrijden de langpootmuggen met het gemaakte web (Marc, Canard & Ysnel, 1999). Waar er op emelten echt wordt gejaagd door natuurlijke vijanden vliegen de langpootmuggen vanzelf in de val van een spin. Het web bestaat uit spinnen rag dat wordt gemaakt wanneer eiwitten coaguleren op het moment dat het uit de spintepel komt (Marc, Canard & Ysnel, 1999). Een web van een spin is sterker dan de meeste synthetische materialen die de mens maakt, maar is daarentegen toch een stuk minder stijf dan de materialen die worden gemaakt door de mens (Marc, Canard & Ysnel, 1999). Om langpootmuggen te vangen is het nodig om ronde webben te ontwikkelen, dit wordt ontwikkeld door kruisspinnen (*Araneus diadematus*), zie afbeelding 9 (Mortimer, Soler, Wilkins & Vollrath, 2019). De kruisspin wacht in het centrum van het web te wachten tot een prooi tegen het web aanvliegt. De kruisspin zorgt ervoor dat een web elke dag opnieuw wordt gesponnen. Een web wordt ontwikkeld op een hoogte waar veel vliegende insecten te vinden zijn te midden van twee takken (Mortimer, Soler, Wilkins & Vollrath, 2019). De kruisspin gedijt goed in een omgeving waar een mate aan afwisseling is van hoge bomen en struiken. Op het moment dat een langpootmug het web invliegt krijgt een spin door trillingen van het web te horen dat er een prooi aanwezig is. Bepaalde draden zijn hier voor gemaakt en worden ook wel signaaldraden genoemd (Mortimer, Soler, Wilkins & Vollrath, 2019). Wanneer er een prooi vast komt te zitten in het net gaat de kruisspin hier snel naar toe en wikkelt de prooi in spinsel in. Nadat de prooi is ingewikkeld volgt de beet die de prooi verlamt. Om er dus voor te zorgen dat er spinnen aanwezig zijn rondom een perceel of een erf waar mogelijk langpootmuggen kunnen vliegen is het van belang om veel struiken en bomen te plaatsen (Mortimer, Soler, Wilkins & Vollrath, 2019). Dit kan dus bestaan uit bomen die 4 meter hoog kunnen worden maar ook struikjes van 1 meter kunnen een goede schuilplaats zijn voor kruisspinnen. Omdat spinnen

geen schade brengen aan een gewas kunnen deze altijd worden gebruikt (Mortimer, Soler, Wilkins & Vollrath, 2019). Om de spinnen aan te trekken moet een teler extra kosten maken. Zoals het aanbrengen van houtsingels langs een perceel en de schaduw inval die er bij komt kijken. Bij een oppervlakte van 0,2750 ha komt de prijs ongeveer neer op 10.541,25 euro, voor 1 ha zijn de kosten 38.331,82 euro. Voor de schaduw inval en kosten die een teler mis loopt is geen beschikbare informatie over. Dit verschilt ook per gewas omdat deze allemaal een andere zon behoefte hebben. Maar hier tegen over staat wel dat in 2021 de subsidie voor een houtsingel € 3.201,26 is per jaar (Tarieven SNL beheerjaar 2021, z.d.). De onderzoeken die worden gedaan over de spinnen gaan over hoeveel spinnen er op een bedrijf zijn te vinden en niet over de bestrijding tegen emelten.



Afbeelding 9. Het web van een kruisspin (Kruisspin. z.d.).

3.2.2. Natuurlijke vijanden van Ritnaalden en kniptorren

Ritnaalden hebben vele natuurlijke vijanden die ervoor kunnen zorgen dat deze geen plaag gaan vormen. Voorbeelden van natuurlijke vijanden zijn roofvliegen, loopkevers, merels, mollen, egels en nematoden. Niet al deze predators worden besproken, dit komt doordat sommige van deze natuurlijke vijanden een ongunstig effect kunnen hebben op de landbouw. daarom zal er alleen in worden gegaan op de parasitaire nematoden, roofvliegen, loopkevers en merels (Groen Kennisnet, z.d.).

3.2.2.1 Parasitaire nematoden

De parasitaire nematoden die kan worden ingezet tegen ritnaalden is hetzelfde als die van de emelten. Voor de werking en het gebruik van de *Steinernema carpocapsae* wordt er verwezen naar hoofdstuk 3.2.1.1.

3.2.2.2. Roofvliegen

De families van de roofvliegen (*Asilidae*) komen veel voor over de gehele wereld op de warme en droge tot zeer droge omgevingen, zie afbeelding 10 voor het uiterlijk van een roofvlieg (Petersen, Meier & Larsen, 2003). In Nederland en België zijn er maar 54 soorten bekend, deze zijn tussen de 5 en 30 mm. Roofvliegen hebben warmte nodig om zich goed te kunnen voortbewegen en opzoek te gaan naar voedsel. Omdat roofvliegen veel warmte nodig hebben zijn roofvliegen vaak te vinden aan de randen van een akkerrand met bomen, struiken en bloemen (Petersen, Meier & Larsen, 2003). Maar ook op andere locaties waar veel zon is kunnen roofvliegen worden gevonden zoals bosranden en –paden, op kapvlaktes, heidevelden, schrale graslanden. roofvliegen jagen op veel verschillende soorten insecten, zo ook jagen de roofvliegen op kniptorren (Dikow, 2009). Voordat de jacht wordt gestart zitten de roofvliegen vanuit een schuilplaats te wachten tot de prooi wordt waargenomen. Wanneer een kniptor wordt waargenomen worden deze tijdens een achtervolging en in tijdens de vlucht gegrepen door een roofvlieg (Dikow, 2009). Vanwege de stekels op de poten kunnen de roofvliegen goed de kniptorren vangen. Direct na het vangen van de kniptorren worden deze direct gedood met de steeksnuit. Vanuit de steeksnuit wordt een verlamvend en verterend enzym in de prooi gespoten. Een kniptor wordt meerdere malen gekeerd om zo op elke plek van de prooi te gaan zuigen (Dikow, 2009). Om ervoor te zorgen dat er meer roofvliegen aanwezig zijn bij een weiland is het van belang om niet alleen gras te laten staan. Roofvliegen schuilen heel veel in kruidenrijke graslanden (Petersen, Meier & Larsen, 2003). Roofvliegen kunnen worden gebruikt bij alle teelten omdat ze geen schade maken aan een gewas (Petersen, Meier & Larsen, 2003). In 2018 heeft de WUR een onderzoek gedaan naar het inzetten van roofvliegen tegen hoornvliegen. Dit gebeurde in een kas met orchideeën (Kruidhof, et al. 2018). Uit de resultaten is gebleken dat de roofvliegen meerdere succesvolle aanvallen hebben gepleegd. Alleen wordt er ook aangegeven dat het lastig is om aan de roofvliegen te komen omdat deze commercieel niet beschikbaar zijn (Kruidhof, et al. 2018). tevens heeft de roofvlieg een goede werking in de kas alleen of dit ook zo is op een perceel wordt niet aangegeven in het artikel. Het kan dus zorgen voor een bestrijding van de verschillende insecten alleen de bestrijding van de kniptor is nog niet bekend vanuit onderzoeken (Kruidhof, et al. 2018).

Om een akkerrand aan te leggen moeten er bepaalde kosten worden gedaan, maar wanneer een teler een akkerrand heeft aangelegd krijgt deze hier ook weer een vergoeding voor, deze is € 639,65 per jaar (Tarieven SNL beheerjaar 2021, z.d.). De kosten voor het onthouden en aanleggen van een akkerrand kunnen erg variëren doordat een teler dit zelf kan doen of kan laten doen door een loonwerker. De onderzoeken die worden gedaan over de roofvliegen gaan over hoeveel roofvliegen er op een bedrijf zijn te vinden en niet over de bestrijding tegen ritnaalden.



Afbeelding 10. Het uiterlijk van een roofvlieg (Roofvlieg, z.d.).

3.2.2.3. Loopkevers

Loopkevers (*Carabidae*) zijn een van de meest essentiële natuurlijke bestrijders van ritnaalden in de natuur, zie afbeelding 11 voor het uiterlijk van een loopkever (Rainio & Niemelä, 2003). Om meer loopkevers te krijgen op een perceel kan de grond op sommige plekken worden verhoogd en kruiden langs de rand van een perceel worden geplaatst. Zoals de naam al zegt lopen loopkevers voornamelijk over en onder de grond (Holland, & Luff, 2000). Doordat loopkevers vrijwel altijd op of in de bodem zijn is het ploegen van de bodem zeer slecht voor loopkevers (Rainio & Niemelä, 2003). Loopkevers komen niet zo zeer op bloemen af, maar de aantrekking wordt vooral gedaan door elementen in het landschap die jaarlijks terug zijn te vinden. De volwassen loopkevers zijn heel erg actief bezig met het zoeken naar voedsel in en aan de oppervlak van de bodem. De gehele dag door zijn loopkevers te vinden onder kluiten, bladeren en scheuren in de bodem (Rainio & Niemelä, 2003). De jacht van de loopkevers vindt voornamelijk 's nachts plaats, op deze momenten zorgen ze ervoor dat veel plagen worden onderdrukt. Overdag zijn ze te vinden onder kluitjes aarde en blaadjes of in scheurtjes in de grond (Holland, & Luff, 2000). Ze jagen vooral 's nachts en zijn belangrijk in het in de kiem smoren van allerlei landbouwplagen. Een van de plagen die loopkevers goed kunnen bestrijden zijn de ritnaalden. Om ervoor te zorgen dat er veel loopkevers aanwezig zijn op en rondom een perceel is het ideaal om meerjarige akkerranden te plaatsen of een grasrijke slootkant met hierin kruiden (Holland, & Luff, 2000). Loopkevers brengen geen schade aan een gewas waardoor ze altijd inzetbaar zijn voor de bestrijding (Rainio & Niemelä, 2003). Met een akkerrand zijn er kosten die gemaakt moeten worden voor het aanleg en onderhoud van de randen, deze kan een teler zelf doen of laten doen door een loonwerker. Hier tegenover staat een vergoeding van € 639,65 per jaar (Tarieven SNL beheerjaar 2021, z.d.). De onderzoeken die worden gedaan over de loopkevers gaan over hoeveel loopkevers er op een bedrijf zijn te vinden en niet over de bestrijding tegen ritnaalden.



Afbeelding 11. Een loopkever (Loopkevers, z.d.).

3.2.2.4. Merels

Zie hoofdstuk 3.1.2.2 voor de eigenschappen en de werking van de merel. De manier van bestrijden zijn voor zowel ritnaalden als emelten hetzelfde.

3.2.3. Natuurlijke vijanden van engertingen en meikevers

Engertingen hebben verschillende natuurlijke vijanden die een populatie kunnen verlagen. Voorbeelden hiervan zijn kraaien, merels, mollen, kevers en nematoden. Niet al deze vijanden zijn gunstig voor de landbouw zo zorgen kraaien er voor dat de teelt van gras wordt benadeeld. Als er engertingen aanwezig zijn op een perceel met gras dan gaan de kraaien met de snavels de grond

omwoelen op zoek naar engerlingen en gaat er veel van het gewas verloren (Groen Kennisnet, z.d.). Voor mollen is dit anders deze zorgen er voor dat de engerlingen van onder worden aangepakt alleen doordat deze molshopen ontstaan op een perceel gaat er veel gras verloren. Uiteraard zijn er ook natuurlijke vijanden die een positief/neutraal effect kunnen hebben voor de landbouw dit zijn parasitaire nematoden en gewone keverdoders die de engerlingen aanpakken (Groen Kennisnet, z.d.).

3.2.3.1. Parasitaire nematoden

Voor de algemene informatie over parasitaire nematoden zie 3.1.2.1..

Tegenwoordig komen er steeds meer producten op de markt die beweren dat doormiddel van parasitaire nematoden engerlingen kunnen worden bestreden. Deze producten kan een teler of onderzoeken bij verschillende bedrijven kopen (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Een van de parasitaire nematoden die de plaag van engerlingen kan bestrijden is *Heterorhabditis bacteriophora* (Ciche, 2007). Deze nematoden dringen binnen bij de engerlingen en zetten een bacterie af in het darmkanaal van de engerling. De bacterie vermeerdt zich in de engerling en de bacterie laat de engerling stoppen met schade aanrichten en zal het uiteindelijk laten sterven. *Heterorhabditis bacteriophora* foerageren de bacteriën en op deze manier vermeerdt ook de nematoden zich (Ciche, 2007). Eén engerling kan er voor zorgen dat duizenden nematoden worden ontwikkeld. Wanneer een engerling dood is gaan de nematoden weg en zoeken ze een andere engerling die nog moet worden bestreden. Wanneer er in de bodem engerlingen aanwezig zijn zullen de nematoden blijven leven en voorplanten (Ciche, 2007).

Heterorhabditis bacteriophora presteren het beste bij een bodemtemperatuur tussen de 12 °C en 30 °C (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Ook moet er worden opgelet dat *Heterorhabditis bacteriophora* worden uitgezet op een vochtige grond, de grond moet voor een aantal weken vochtig moet blijven. Dit zorgt ervoor dat de nematoden optimaal de werking kunnen uitvoeren waarvoor het bedoeld is (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Om de grond goed vochtig te houden is het dus van belang om geregeld te sproeien. De beste periode om het uit te zetten is tijdens of vlak voor een regenbui. Het uitzetten van *Heterorhabditis bacteriophora* kan worden gedaan met een sproeier (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). In deze sproeier zitten de nematoden gemengd samen met water.

Wanneer moeten *Heterorhabditis bacteriophora* worden uitgezet? Deze vraag moet een teler zich altijd stellen, maar het hangt af van de levenscyclus van de engerlingen. De werking van *Heterorhabditis bacteriophora* is het beste wanneer de gastheer het meest kwetsbaar is (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Op deze momenten kunnen *Heterorhabditis bacteriophora* beter binnen dringen bij de engerlingen. De beste fase om de engerlingen te bestrijden is na het uitkomen van de eieren en voor het verpoppen van de engerlingen. de periode die hiervoor staat is tussen juni en september (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Er wordt geadviseerd om ongeveer 500.000 *Heterorhabditis bacteriophora* per m² bij een lichte infectie, bij een hoger infectie graad wordt er geadviseerd om 1 miljoen *Heterorhabditis bacteriophora* per m² in te zetten (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.). Het is van belang om na 2-3 weken het uitzetten te herhalen om zo voldoende nematode in de grond te hebben die zorgen voor de bestrijding. Voor 250 miljoen *Heterorhabditis bacteriophora* kost dit 79,50 euro. 250 miljoen *Heterorhabditis bacteriophora* is goed voor de bestrijding van engerlingen op 500 m². Voor 1 ha is dan de kosten 1590 euro/ha. De Parasitaire nematoden kunnen worden ingezet bij alle teelten (*Heterorhabditis bacteriophora* aaltjes tegen engerlingen, z.d.).

Voor dit middel heeft de WUR onderzoek gedaan en was er te concluderen dat er geen werking was van de *Heterorhabditis bacteriophora* of dat er geen conclusie kon worden getrokken. Bij de proeven

waar geen werking was kwam na voren dat alle engerlingen nog in de bodem zaten of dat de afname heel gering was. Bij een van de proeven waar geen conclusie kon worden getrokken is er een fout gemaakt in het op tijd beregenen. In dit verslag word wel aangegeven dat er in voorgaande onderzoeken wel resultaten waren gevonden, alleen hier werd ook aangegeven dat het heel moeilijk is om de nematoden goed te laten werken.

3.2.3.2 Gewone keverdoders

In Nederland komen er 5 soorten keverdoders (*Thiphiidae*) voor, een van deze vijf soorten is de gewone keverdoder (*Tiphia femorata*), zie afbeelding 12. De gewone keverdoder is een insect dat voor komt op warme zonnige locaties (Vlug, 2011). Gewone keverdoders preveren een habitat dat bestaat uit een zandgrond met een schraal grasland. Van Juni tot en met september kunnen gewone keverdoders worden waargenomen in Nederland. Gewone keverdoders parasiteren kevers om te overleven en voort te planten (Peeters, 2004). In Nederland is de meest gekozen gastheer de engerling. De vrouwtjes van de gewone keverdoders leggen eieren op of in de engerling, deze wordt door de larve van de gewone keverdoders opgegeten van binnen (Vlug, 2011). Om de vrouwtjes van de gewone keverdoders te lokken is een handig hulpmiddel de stuifmeel en nectar van de wilde peen en andere schermbloemigen (Vlug, 2011). De nectar en stuifmeel zorgen ervoor dat de gewone keverdoders voldoende energie om zich de bodem in te graven naar de engerlingen (Peeters, 2004). Om de gewone keverdoders te lokken naar een perceel is het noodzakelijk om veel schermbloemigen te plaatsen in een akkerrand. Gewone keverdoders brengen geen schade aan een gewas waardoor het altijd kan worden ingezet (Peeters, 2004). Met een akkerrand zijn er kosten die gemaakt moeten worden voor het aanleg en onderhoud van de randen, dit kan een teler zelf doen of laten doen door een loonwerker. Hier tegenover staat een vergoeding van € 639,65 per jaar (Tarieven SNL beheerjaar 2021, z.d.). De onderzoeken die worden gedaan over de keverdoders gaan over hoeveel keverdoders er op een bedrijf zijn te vinden en niet over de bestrijding tegen engerlingen.



Afbeelding 12. Een gewone keverdoder (Gewone keverdoder. (z.d.).

3.3. Alternatieve bestrijdingsmethode

3.3.1. Preventie maatregelen tegen emelten, ritnaalden en engerlingen

Een mogelijkheid om er voor te zorgen minder last te hebben van emelten is door in de periode van augustus tot begin oktober geen gras op een perceel te laten staan. Dit is de periode waarin de langpootmuggen de eieren leggen. Langpootmuggen leggen graag de eieren op plekken waar het vochtig is en veel gras aanwezig is (Groen Kennisnet, z.d.). Dit betekent niet dat een perceel helemaal braak gelegd moet worden want een teler kan kiezen om wel een ander gewas als voorvrucht te gebruiken binnen het teeltplan zoals een bladrammenas of gele mosterd (Groen Kennisnet, z.d.).

Een van de manieren om minder last te hebben van ritnaalden is door in de periode van augustus tot begin mei-juni geen gras op een perceel te laten staan. Dit is de periode waarin kniptorren de eieren leggen (Groen Kennisnet, z.d.). Kniptorren leggen graag de eieren op plekken waar veel vochtig gras te vinden is. Dit betekent niet dat een perceel helemaal braak moet worden gelegd want een teler kan kiezen om wel een ander gewas als voorvrucht te gebruiken binnen het teeltplan. Voor ritnaalden is gele mosterd een gewas dat niet wordt beschadigd en ook niet zorgt voor een vermeerdering van de ritnaalden (Groen Kennisnet, z.d.).

Net als bij de emelten is het bij engerlingen beter geen gras op een perceel te verbouwen in de periode van augustus tot oktober. Dit is de periode waarin de volwassen stadia van de engerlingen de eieren leggen. meikevers leggen graag de eieren op plekken waar het vochtig is en veel gras aanwezig is (Groen Kennisnet, z.d.). Dit betekent niet dat een perceel helemaal braak moet worden gelegd want een teler kan kiezen om wel een ander gewas als voorvrucht te gebruiken binnen het teeltplan. Wat als enige niet gebruikt moet worden als voorvrucht zijn Italiaans raaigras en Engels raaigras (Groen Kennisnet, z.d.).

De kosten worden hierdoor wel hoger voor een teler omdat deze meer moet zaaien en ploegen. Dit is een nadeel voor de kosten post van een teler. Ook de structuur van de bodem wordt minder als er meer overheen wordt gereden met machines. Door vaker met machines over stukken land te rijden treedt er een bodemverdichting op. Hierdoor kunnen planten minder goed wortelen en moet een teler meer meststoffen gaan aanvoeren aan zijn perceel (Groen Kennisnet, z.d.).

3.3.2. Nemathorin 10G

Omdat er in 2013 geen ethoprofos meer gebruikt mochten worden is Syngenta gaan kijken naar andere middelen die gebruikt kunnen worden tegen de bestrijding van ritnaalden (Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin, 2019). Hierbij is Syngenta uitgekomen op Nemathorin 10G dit is een microgranulaat dat als basis klei heeft en gebruikt mag worden in aardappels en lelies in de gangbare teelt (Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin, 2019). In Nemathorin 10G zit 10% fosthiazate, dit is de werkzame stof in het product. Het kan dienen tegen de bestrijding van aaltjes en ritnaalden, ook kan het een goede werking hebben op bladluis (Proplanta GmbH & Co. KG., 2019). Bij een lage druk is het verstandig om 7,5 kg/ha toe te passen in een rij tijdens het poten van de aardappels. Bij een hogere druk wordt er aangeraden om een 15 tot 20 kg/ha volvelds toe te passen (Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin, 2019). Het is van belang het granulaat zo eerlijk mogelijk verdeeld wordt over het perceel, dit kan worden gedaan door een strooier op de juiste hoeveelheid af te stellen (Proplanta GmbH & Co. KG., 2019). Het nadeel van Nemathorin 10G is dat

ritnaalden nooit 100% verwijderd zullen zijn na gebruik maar er vind een vermindering plaats van 70% (Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin, 2019). Om Nemathorin 10G optimaal te gebruiken wordt het aangeraden om het middel te verspreiden met een zwaluwstaart of spreiplaat. Bij de rijbehandeling is het aan te raden om het granulaat niet in het rijpad te laten liggen maar goed te verdelen rondom de ruggen (Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin, 2019). Bij volvelds toepassing moet het granulaat op een diepte van 10 tot 15 cm worden geplaatst. Dit is goed te bereiken door de strooier op de juiste diepte af te stellen. Kan worden toegepast in de teelt van aardappels (Proplanta GmbH & Co. KG., 2019). Syngenta geeft hier aan dat Nemathorin 10G zou moeten werken tegen ritnaalden, hier is helaas geen onderzoek over gevonden. Maar bij de WUR heeft een onderzoeker gekeken naar de bestrijding van emelten. Bij dit onderzoek is er gebruik gemaakt van Nemathorin 10G. Uit dit onderzoek bleek dat Nemathorin 10G ervoor kan zorgen dat er een vermindering is van het aantal emelten in de bodem. Hierbij moet wel gezegd worden dat Nemathorin 10G pas een goede werking heeft boven de 5 graden Celsius (Pijnakker, van der Linden, Ramakers, Nouwens, Rozumek, Bloemhard & de Groot, 2007).

3.3.3. lokvallen inzetten tegen engerlingen

Een andere preventieve maatregel is het inzetten van de lokvallen. De mannelijke meikevers worden gelokt door bladalcoholen. De alcoholen die aantrekkelijk zijn voor de mannelijke meikevers zijn (Z)-3-hexen-1-ol, (E)-2-hexen-1-ol en hexan-1-ol (Rozen & de Kogel, 2011). Deze feromonen komen vrij als een bladvraatschade heeft opgelopen, bij voorkeur zijn dit de bladeren van de beuk, zomereik en haagbeuk (Rozen & de Kogel, 2011). De meeste aantrekking hebben de bladeren van de beuk. Uit onderzoek is ook gebleken dat de alleen de mannetjes worden aangetrokken door de het plantenalcohol (Rozen & de Kogel, 2011). Omdat alleen de mannetjes worden aangetrokken door het plantenalcohol wordt er gedacht dat deze een rol spelen in het vinden van een partner. Voor de rozenkevers worden er al veel vallen ontwikkeld die werken op feromonen dit zou ook kunnen worden gedaan voor meikevers (Rozen & de Kogel, 2011). De alcoholen worden geplaatst in een val die de meikevers lokt en wanneer een meikever hier naar binnen vliegt dan is het niet meer mogelijk voor een meikever om te vluchten. Op deze manier verhongeren de meikevers en zullen deze uiteindelijk overlijden (Rozen & de Kogel, 2011). Nadelen van deze methoden zijn dat er heel veel werk in zit voor een teler die de vallen moet plaatsen en moet gaan legen. De kosten van de feromonen zijn ook vrij hoog. Dit komt door dat een teler deze na 6 weken moet vervangen. Het eerder genoemde arbeidsintensieve komt hier ook bij kijken door elke zes weken de vallen te vervangen (Rozen & de Kogel, 2011). Helaas zijn er geen resultaten over hoeveel vallen er moeten worden geplaatst op 1 ha. Ook zijn er geen kosten bekend van de lokvallen.

3.4. Analyse

In deze analyse is er gekeken naar de effectiviteit en de toepasbaarheid van de bestrijdingsmethode. Hierin zijn ook de voordelen en nadelen benoemd van de verschillende methoden. In tabel 3.1 staan de methoden allemaal uitgeschreven. Vanuit deze tabel kan er goed bekeken worden welke methoden een teler kan gebruiken en wat de grootste voor en nadelen zijn van het product dat de teler wilt gebruiken. Deze analyse geeft met + en – weer hoe effectief het is en hoe toepasbaar het is voor een teler.

Tabel 3.1 analyse model

Bestrijding	Effectiviteit	Toepasbaarheid	voordelen	Nadelen
Granulaat	-/+	+, gras	-Natuurlijk product. -Plant wordt vitaler.	-Alleen te gebruiken bij gras. -Geen directe bestrijding. -Weinig onderzoek naar bodemlarven.
Tercol	-/+	+, Mais, aardappel	-Natuurlijk product. -Plant wordt vitaler.	-Alleen te gebruiken bij mais en aardappels. -Verschil in resultaten van onderzoeken. -Geen directe bestrijding.
biofumiganten	-/+	+, alle gewassen	-Natuurlijk product.	-Werkt goed in buitenland met andere soorten bodemlarven, in België nog veel onderzoek nodig. -Moeilijk te behalen randvoorwaarden.
Natuurlijke vijanden	??	+, alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Subsidies. -van de dieren die in de natuur leven is de aanschaf 0 euro.	-Hoge kosten en onderhoud van akkerranden en houtingels. -Geen informatie over efficiëntie van bestrijding. -nematoden is aanschaf ervan heel hoog.
Geen gras laten groeien/preventie	+	-, alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Goede inzicht op aanwezigheid van bodemlarven.	-Geen gewas in het seizoen. -Teler loopt kosten mis.
Nemathorin 10G	+	+/-, aardappel	-Goede resultaten bij emelten. -Minder schade aan planten. -Werkt zowel tegen ritnaalden als emelten.	-Geen natuurlijke bestrijding. -Grote kans op verbod.
Lokvallen	+	+ alle gewassen	-Natuurlijke bestrijding. -Goedkope producten. -alleen mannetjes worden aangetrokken. Zo sterven meikevers niet uit.	-Arbeidsintensief met leeg halen van vallen. -Nu alleen nog voor meikevers. -Hoge kosten van feromonen. -Meer onderzoek naar hoeveel vallen op 1 ha nodig.

4. Discussie

literatuuronderzoek

In dit literatuur onderzoek is beschreven op wat voor mogelijke manieren emelten, ritnaalden en engerlingen kunnen worden bestreden. Om de informatie te verzamelen is gebruik gemaakt van internet om algemene informatie over de leefwijze van de insecten en de manieren van bestrijding te vinden. Om ervoor te zorgen dat de informatie zo betrouwbaar mogelijk is, is gezocht in vakbladen, publicaties/websites van onderzoeksinstituten en sites van overheden. Het was een uitdaging om nieuwe manieren van bestrijden te vinden doordat veel op marketing sites verkrijgbare producten niet zijn getest door onderzoeksinstituten. De zoektermen die zijn opgesteld in de M&M zijn allen ook gebruikt in de zoektocht naar de juiste informatie. Wel zijn er nog een aantal zoektermen bij gekomen die uiteindelijk voor meer informatie hebben gezorgd. Deze zoektermen staan aangegeven in tabel 4.1 zowel in het Nederlands als het Engels.

Tabel 4.1. Overige zoektermen

biostimulanten (biostimulants)
Biofumiganten (biofumigation)
Feromonen (pheromone)
Lokstoffen (attractants)

In M&M stond ook beschreven dat werd gezocht naar bronnen die gepubliceerd zijn vanaf het jaar 2000. Alle bronnen die zijn gebruikt zijn ook afkomstig uit de tussen gelegen jaartallen. Uiteindelijk was het lastiger om alleen bronnen te zoeken met onderzoeksgegevens uit Westerse landen. Veel van de onderzoeken die over de bodemdieren gaan komen uit Azië en Afrika, maar hier worden andere soorten waargenomen dan in Nederland.

Bestrijding op biologische bedrijven

Vanuit de theorie zijn vele manieren die worden aangetoond hoe de bodemlarven moeten worden bestreden. Een van de biologische manieren die kan worden gebruikt zijn biostimulanten, deze zorgen ervoor dat gewassen vitaler worden. De biostimulanten zorgen er niet voor dat de bodemlarven verdwijnen maar die zorgen er voor dat de planten beter weerbaar zijn. Dit betekent dus niet dat bodemlarven de gewassen niet meer beschadigen, maar dat deze er beter bestand tegen zijn. In België is veel onderzoek gedaan naar biofumigatie en de monitoring van de volwassen stadia van de ritnaalden. Deze biofumiganten gaven in Afrika goede resultaten, maar in België zelf werkte het nog niet zo goed met groenbemesters van de *Brassica sp.* Hierbij is het van groot belang dat de onderzoekers zorgen voor de meest gunstige omstandigheden voor de biofumiganten. In Afrika is het klimaat beter voor de biofumiganten omdat het hier minder regent en warmer is dan in België. Wat nog verder moet worden onderzocht zijn de ideale omstandigheden van de biofumiganten. Deze worden wel aangegeven in de verslagen, maar niet de exacte waarden. De exacte waarden zijn het inwerkingstijdstip, de bodemtemperatuur, het bodemvochtgehalte en de aanwezigheid van ritnaalden in de toplaag van de bodem van groot belang. Wanneer deze exacte waarden er wel zijn kan een teler hier beter mee overweg.

Bestrijding met natuurlijke vijanden

Natuurlijke vijanden moeten worden gelokt en dit geeft geen garantie dat deze aanwezig zullen zijn. De beste manier om dit te doen is door het ideale biotoop te creëren voor de natuurlijke vijanden. Waar gangbare telers dus over moeten nadenken is het gebruik maken van akkerranden en

houtsingels om insecten, vogels en spinnen aan te trekken die bodemlarven bestrijden. Waarbij insecten vooral aangetrokken worden door éénjarige planten, het voor spinnen en vogels juist belangrijk dat begroeiing permanent rondom het perceel staat. Hier zijn verschillende kosten aan verbonden voor een teler die akkerranden en/of houtsingels moet gaan aanleggen. Hier tegenover staat weer dat de telers hiervoor subsidies kan krijgen vanuit de overheid, die meer natuur rondom boerenpercelen aanmoedigt. In tabel 4.1 zijn de subsidies en de kosten van de verschillende natuurlijke vijanden weergegeven. Om een beter beeld te krijgen van de effectiviteit van de natuurlijke vijanden moet hier meer onderzoek naar worden gedaan. De onderzoeken die nu worden gedaan gaat voornamelijk over de aanwezigheid van de natuurlijke vijanden en niet de effectiviteit van bestrijding.

Tabel 4.1. subsidie en kosten per natuurlijke vijand.

soort	Kosten 1 ha	Subsidies per jaar
Merel	€ 38.331,82	Houtsingel subsidie € 3.201,26
Spreeuw	€ 38.331,82	Houtsingel subsidie € 3.201,26
Kruisspin	€ 38.331,82	Houtsingel subsidie € 3.201,26
Roofvlieg	Kosten aanleg akkerrand	Akkerrand € 639,65
Loopkevers	Kosten aanleg akkerrand	Akkerrand € 639,65
Gewone keverdoders	Kosten aanleg akkerrand	Akkerrand € 639,65

De informatie over natuurlijke bestrijders waar het meest over te vinden is bij de onderzoeksinstituten is het inzetten van parasitaire nematoden. Hierbij werd er vanuit gegaan dat dit al veel in de praktijk wordt gebruikt. Dit viel uiteindelijk erg tegen en wordt voornamelijk in de praktijk gebruikt bij sportvelden. Nadelen van deze producten om het in te zetten voor een teler zijn ten eerste de hoge prijs per ha is en ten tweede moet ten alle tijden de bodem zeer vochtig gehouden worden voor een optimale werking. De prijs per ha komt neer op ongeveer 1500 euro. In een van de onderzoeken is ook aangegeven dat *Steinernema* een goed werking heeft tegen emelten, omdat er minder uitval was van gewassen. Wel was er nog schade aan sla te zien maar de opbrengst was goed. De nematoden die worden gebruikt voor de bestrijding van engerlingen geven wisselende resultaten aan. Dit komt doordat de verschillende randvoorwaarden van deze nematoden moeilijk zijn te halen. Deze randvoorwaarde gaan over de temperatuur, vochtigheid van de bodem en de structuur van de bodem. Dus kan het worden gebruikt alleen met heel veel moeite voor een teler.

Alternatieve bestrijdingsmethode

Ook zijn onderzoeken gevonden die aantonen dat er methoden zijn van bestrijding die nog niet worden toegepast in de biologische landbouw. Hierbij gaat het vooral om preventieve maatregelen die een bedrijf kan doen. Dit kan door in de periodes dat de eieren worden gelegd door de volwassen stadium van de ritnaalden, engerlingen en emelten geen gras te hebben staan. Op deze manier worden de insecten niet aangetrokken om hier de eieren in te leggen. Hier zit alleen als heel groot nadeel aan dat een teler meer moet gaan zaaien en dit betekent meer grondbewerking wat niet ten goede is van zowel de portemonnee van een teler als de structuur van de bodem. Nadelen hierbij zijn ook dat de bodems in tijden dat er iets geteeld zou moeten worden braak komt te liggen. In tabel 4.2 zijn de periodes van braak leggen weergegeven. Dit betekent dat een teler op sommige momenten geen geld ziet binnen stromen wat wel nodig is voor een teler.

Tabel 4.2. Periodes braak leggen.

Soort	Periode	Problemen met gewas
Ritnaald	Mei-juni	Aardappel, mais, gras, suikerbiet, voederbieten.
Emelt	Augustus-oktober	Aardappel, mais, gras, suikerbiet, voederbieten.
Engerling	Augustus-oktober	Aardappel, mais, gras, suikerbiet, voederbieten.

Nemathorin 10G heeft volgens Syngenta een goed werking tegen ritnaalden. Er zijn n geen verdere onderzoeken over gevonden, maar de WUR heeft onderzoek gedaan naar Nemathorin 10G tegen emelten. Hieruit volgde dat dit een goede werking had boven de 5 graden Celsius. Het grootste discussie punt bij nemathorin 10G is dat het een chemisch product is wat uiteindelijk verboden zou kunnen worden. Daar in tegen is het wel in vergelijking met andere bestrijdingsmethode een effectieve methode. Vanuit een onderzoek bij de WUR heeft nemathorin 10G ook een werking tegen emelten

Dan zijn er ook nog de lokvallen die gebruikt kunnen worden om de meikevers te vangen. Dit is een methode waarbij op een natuurlijke wijze wordt omgegaan met de meikevers en deze zullen gaan verhongeren. Het voordeel van deze methode is dat er geen aantasting is aan het milieu, omdat er geen gebruik wordt gemaakt van chemische middelen en de kosten zijn niet heel hoog zoals bij de nematoden. Vanuit de onderzoeken in België en Nederland hebben deze vallen een positieve werking. alleen moet er wel ieder jaar weer nieuwe feromonen worden gekocht en moeten de vallen veelvuldig worden leeg gehaald wat arbeidsintensief is. De kosten van de feromonen zijn ook vrij hoog 13,75 euro voor een fles. Dit komt doordat een teler deze na 6 weken moet vervangen en dat brengt ook nog extra arbeid met zich mee.

5. Conclusie & aanbeveling

In dit onderzoek is er gezocht naar een antwoord op de vraag: “Wat zijn alternatieve methoden om ritnaalden, engerlingen en emelten te bestrijden in teelt van gras, aardappels, mais, suikerbieten en voederbieten?”. Hiervoor is een literatuur onderzoek gedaan naar hoe de emelten, ritnaalden en engerlingen leven en kunnen worden bestreden.

Hierbij zijn er verschillende deelvragen opgesteld die er voor moeten zorgen om een duidelijk antwoord te krijgen op de hoofdvraag. Op de biologische bedrijven gaat de bestrijding aan de hand van het gebruiken van de natuurlijke vijanden en producten die een biologisch keurmerk hebben. De producten die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn granulaat tipulex en tercol dit zijn biostimulanten die er voor zorgen dat een plant weerbaarder is. Een andere methode van bestrijding dat voorkomt op biologische bedrijven is het monitoren en daarna gebruik maken van biofimumaganten

Voor de ritnaalden zijn er vele natuurlijke vijanden aanwezig, alleen niet alle natuurlijke vijanden kunnen worden gebruikt in de landbouw als bestrijder omdat deze de gewassen aantasten. Uiteindelijk is er een selectie gemaakt van merels, spreeuwen, loopkevers, roofvliegen en parasitaire nematoden. Er is gekozen voor deze natuurlijke vijanden omdat ze weinig schade aan kunnen richten op gewassen. ritnaalden worden gegeten door merels, spreeuwen loopkevers en parasitaire nematoden. Alleen de merels en spreeuwen moet een teler niet willen in zetten bij de teelt van gras, want dan wordt dit losgetrokken uit de bodem. De kniptor wordt gefoerageerd door de roofvliegen. Voor de emelten zijn de natuurlijke vijanden die gebruikt kunnen worden in de landbouw parasitaire nematoden, merels, spreeuwen en spinnen. Spinnen worden ingezet om de langpootmug te bestrijden die wordt gevangen in een web. Engerlingen kunnen worden bestreden door parasitaire nematoden en de gewone keverdoder.

Om de verschillende natuurlijke vijanden aan te trekken zijn er meerdere punten waar aan gedacht moet worden. Voor de gewone keverdoder, roofvliegen, loopkevers is het van belang dat er akkerranden komen met daarin kruidachtige bloemen. In deze bloemen zit nectar waar roofvliegen door worden aan getrokken en voor de gewone keverdoder en loopkevers zijn die goede plekken om te overleven. Voor spinnen, merels en spreeuwen is het van belang dat er meer variatie komt in begroeiing. Hierbij moet worden gedacht aan een houtsingel met bomen, struiken en bloemen. De bomen zijn nodig voor spreeuwen en merels om een nest in te maken en de struiken die moeten worden gebruikt zijn fruitachtige waar ze voedsel uit kunnen halen. Voor de spinnen is het belangrijk dat er veel takken aanwezig zijn waar tussen een web kan worden gemaakt om langpootmuggen te vangen. Nadeel van de natuurlijke vijanden zijn de hoge kosten die moeten worden gemaakt om de houtsingels en akkerranden aan te leggen. Wel staat hier een jaarlijkse subsidie tegen over.

Alternatieve methodes die gebruikt kunnen worden zijn lokvallen bij de engerlingen. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van lokstoffen die in een bakje zitten hier vliegt een meikever er in maar kan er nooit meer uit. Doordat de meikever hier vast zit zal het verhongeren en dood gaan. Emelten kunnen worden bestreden door 's nachts een doek op een stuk land te leggen en dan komen de emelten naar het oppervlak. De volgende dag is het dan mogelijk voor een teler om alle emelten die omhoog zijn gekomen weg te halen. Hier is alleen het nadeel van dat dit op lokale plekken kan en niet op een heel groot perceel van 1 ha. Een ander methode is Nemathorin 10G wat een goede werking heeft tegen emelten volgens onderzoeken bij de WUR. Volgens Syngenta zou dit een goede werking hebben tegen ritnaalden en zorgt voor een afname van 70%.

De natuurlijke vijanden kunnen in principe in alle teelten worden ingezet. Alleen is het aan te raden om bij een perceel met gras niet gebruik te maken van spreeuwen en merels. Doordat de snavels in

de bodem gaan trekken ze de graszoden kapot en kan een perceel verloren gaan. Bij de teelten van mais, aardappels, suikerbieten en voederbieten kunnen de spreeuwen en merels wel worden gebruikt. De parasitaire nematoden kunnen ook worden gebruikt bij alle teelten. Granulaat tipulex kan alleen worden gebruikt bij de teelt van gras. Tercol mag worden ingezet bij alle teelten.

Voor een teler is het advies om goed te kijken naar hoe de mogelijkheden die er zijn voor de bestrijding van emelten, ritnaalden of engerlingen. voor een gangbare teler zijn de ingrepen die gedaan moeten worden om natuurlijke vijanden aan te trekken groot. Voor de lange termijn zijn deze maatregelen wel beter omdat de andere producten verboden kunnen worden door de overheid. Voor de korte termijn is het voor een gangbare teler veel interessanter om producten te kopen zoals Nemathorin 10G omdat de kosten hiervoor lager uitvallen dan het aanleggen van akkerranden of houtsingels.

Voor een vervolg onderzoek is het aan te raden om op korte termijn te kijken welke alternatieve methode er daadwerkelijk goed in de praktijk werken. Ook kan er dan goed naar voren komen welke bestrijdingsmethode eventueel complementair aan elkaar zijn en samen voor een betere bestrijding kunnen zorgen. Dit zou bijvoorbeeld kunnen zijn het inzetten van natuurlijke vijanden en lokvallen. De natuurlijke vijanden zorgen dan voor een bestrijding van de bodem dieren en de lokvallen zorgen voor de bestrijding van de volwassen dieren. Hiermee zou een teler twee vliegen in een klap kunnen slaan. Het is aan te raden om veel testen te doen met parasitaire nematoden omdat deze markt steeds groter wordt, maar nog veel vraagtekens heeft. Deze vraagtekens gaan vooral over de werking tegen de bodemlarve en of de bodem nog steeds in balans is. Voor de lange termijn kunnen ook de onderzoekers beter kijken hoe de bestrijding plaats vind op biologische bedrijven. Hierbij kan het handig zijn om goed te kijken naar welke predatoren hier aanwezig (en grote van de populatie) tegen de bodemlarve.

Tevens zou het ook beter zijn om te kijken naar wat voor onderzoeken er gedaan worden in Afrika en Azië naar bodemlarven. Er zijn heel veel onderzoeken gevonden die hier veel informatie over hebben. Vanuit deze onderzoeken kunnen we in Nederland kijken of een soortgelijk onderzoek dezelfde werking hebben als in het buitenland. Dit is een onderzoek wat voor de lang termijn ook heel interessant is vanwege de verandering van de klimaatomstandigheden. Aan deze omstandigheden passen de bodemlarve zich ook aan, hierbij gaat het om veel regen in korte tijd en lange periodes van droogte. Dit is ook het geval in veel delen van Afrika en Azië.

6. Bronnenlijst

Aaltjes en ritnaalden bestrijden met Nemathorin. (2019, december 10). Syngenta Nederland.
https://www.syngenta.nl/aaltjes-bestrijden?utm_source=Adwords&utm_medium=cpc&utm_campaign=7011o000000uvybAAA&utm_content=campaign-arable-potato-nemathorin&gclid=Cj0KCQjwvb75BRD1ARIsAP6Lcqtonruq__PeC8UUOMkqI7HWoKfoKSxn8F1NaqBSULGF18KkKfbTb1waAtQeEALw_wcB

Aaltjes tegen emelten Steinernema carpocapsaeden. (z.d.). Geraadpleegd op 21 juli 2020, van <https://www.biobestrijding.nl/%e2%80%9chttp://127.0.0.1%e2%80%9d>

Biologische landbouw. (z.d.). Geraadpleegd op 14 juni 2020, van <https://www.GroenKennisnet.nl/nl/GroenKennisnet/dossier/Dossier-biologische-landbouw.htm>

Bird decline, insect decline and neonicotinoids (z.d.). Imidacloprid is bij de mens een zwakke agonist met een hoge affiniteit voor neuronale nicotinerge acetylcholine receptoren. Geraadpleegd op 10 juni 2020, van <https://www.boerenlandvogels.nl/content/imidacloprid-bij-de-mens-een-zwakke-agonist-met-een-hoge-affiniteit-voor-neuronale-nicotiner>

Bloemhard, C., & Kromwijk, A. (2010). Bestrijding roestbruine bladsprietkever, *Serica brunnea*, in seringen. <https://www.wur.nl/en/Library.htm>

Blacqui re, T., Smagghe, G., van Gestel, C. A. M., & Mommaerts, V. (2012). Neonicotinoïden en bijen: concentraties, neveneffecten en risicobeoordeling: een internationaal literatuuroverzicht voor het Ministerie. Bijenhouden, 18-19.

Broek, R. C. F. M. van den (2010). Ritnaalden en kniptorren in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. Web publication/site, Biokennis. Retrieved from <https://www.wur.nl/en/Library.htm>

Ciche, T. (2007). The biology and genome of Heterorhabditis bacteriophora. In *WormBook: The Online Review of C. elegans Biology [Internet]*. WormBook.

Dikow, T. (2009). Phylogeny of Asilidae inferred from morphological characters of imagines (Insecta: Diptera: Brachycera: Asilidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2009(319), 1-175.

Elberse, I. (2010). Bodemplagen: wortelduizendpoten en emelten. PPO, Bloembollen.

Emelt (z.d.). [foto]. Geraadpleegd van <https://royalbrinkman.nl/kennisbank-gewasbescherming/plagen/emelten-bestrijden>

Engerling. (z.d.). [foto]. Geraadpleegd van datum? <https://www.grasengroengrasszoden.nl/gazononderhoud/engerlingen>

Fairbrother, A., Purdy, J., Anderson, T., & Fell, R. (2014). Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environmental toxicology and chemistry*, 33(4), 719-731.

Fritsch, C., Coeurdassier, M., Faivre, B., Baurand, P. E., Giraudoux, P., van den Brink, N. W., & Scheifler, R. (2012). Influence of landscape composition and diversity on contaminant flux in terrestrial food webs: a case study of trace metal transfer to European blackbirds *Turdus merula*. *Science of the Total Environment*, 432, 275-287.

Furlan, L., Bonetto, C., Finotto, A., Lazzeri, L., Malaguti, L., Patalano, G., & Parker, W. (2010). The efficacy of biofumigant meals and plants to control wireworm populations. *Industrial Crops and Products*, 31(2), 245-254.

Gewone keverdoder. (z.d.). [Foto]. Gewone keverdoder *Tiphia femorata*.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nederlandsesoorten.nl%2Flinnaeus_n g%2Fapp%2Fviews%2Fspecies%2Fnsr_taxon.php%3Fid%3D164951%26cat%3DCTAB_MEDIA&psig=AOvVaw2vAFo77zeC72eHnmdom9zX&ust=1597078085682000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQ jB1qFwoTCLCImd3JjusCFQAAAAAdAAAAABAD

Groen Kennisnet (z.d.). Beeldenbank. Emelten. Geraadpleegd op 15 mei 2020, van <https://wiki.GroenKennisnet.nl/display/BEEL/Emelten>

Groen Kennisnet (z.d.). Beeldenbank. Engerlingen. Geraadpleegd op 15 mei 2020, van <https://wiki.GroenKennisnet.nl/display/BEEL/Engerlingen>

Groen Kennisnet wiki. (z.d.). Beeldenbank. Ritnaalden. Geraadpleegd op 15 mei 2020, van <https://wiki.GroenKennisnet.nl/display/BEEL/Ritnaalden>

Heldbjerg, H., Fox, A. D., Thellessen, P. V., Dalby, L., & Sunde, P. (2017). Common Starlings (*Sturnus vulgaris*) increasingly select for grazed areas with increasing distance-to-nest. *Plos one*, 12(8), e0182504.

Hellingman, S. & van Vliet, A. J. H. (2011). Sportvelden hebben naast droogte last van zeer veel emelten. Web publication/site, Wageningen: Nature Today. Retrieved from <https://www.wur.nl/en/Library.htm>

Heterorhabditis bacteriophora aaltjes tegen engerlingen. (z.d.). Biobestrijding. Geraadpleegd 9 augustus 2020, van <https://www.biobestrijding.nl/%e2%80%9chttp://127.0.0.1%e2%80%9d>

Holland, J. M., & Luff, M. L. (2000). The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated pest management reviews*, 5(2), 109-129.

Huizing, H. F. (2010). Verbetering van de signalering van ritnaalden. Geraadpleegd op 26 mei 2020. www.kennisakker.nl

Huizing, H. F., Ester, A., Arkema, M. W., Gruppen, R., & Huisman, M. (2003). Bestrijding van ritnaalden in aardappelen. Geraadpleegd op 26 mei 2020. www.kennisakker.nl.

Kruidhof, M., Woelke, J., Vijverberg, R., Català-Senent, L., & Vijverberg, R. (2018). *Nieuwe methoden voor bestrijding van bodemplagen in de glastuinbouw. Deel 1: Biologie en bestrijding van Lyprauta sp* (No. WPR-784). Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw.

Kruisspin. (z.d.). [Foto]. Natuurfotografie.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.natuurfotografie.nl%2Fsoortbeschrijv ing%2Fkruisspin%2F&psig=AOvVaw2Hs6HgcOXPWgTFObm3e2j_&ust=1597086163242000&source=i mages&cd=vfe&ved=0CA0QjhqxqFwoTCMja3t_njusCFQAAAAAdAAAAABAJ

Loopkevers. (z.d.). [Foto]. KAD.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.kad.nl%2Fkennisbank%2Fdierplagen>

%2Fkevers%2Floopkevers%2Floopkever%2F&psig=AOvVaw26aZ9yninX3RIG5M5hNW62&ust=1597078190892000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCPiUj4bKjusCFQAAAAAdAAAAABAD
Marc, P., Canard, A., & Ysnel, F. (1999). Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 229-273.

Merel. (z.d.). [Foto]. Tuinvogels, alle informatie, Vivaro.
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.vivara.nl%2Fvogels%2Fmerel&psig=AOvVaw3F0GVNRX0ZkUrmHfUJtsoC&ust=1597078410820000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCKCigY7LjusCFQAAAAAdAAAAABAD>

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (2019). Update Landbouwkundige impactanalyse n.a.v. door COM voorgestelde beperking van het gebruik van drie neonicotinoïden (clothianidin, imidacloprid en thiamethoxam). Geraadpleegd op 26 mei 2020
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/12/05/landbouwkundige-impactanalyse-beperking-van-het-gebruik-van-drie-neonicotinoiden>

Molwerend doek kopen:, (z.d.). GreenSales. Geraadpleegd 9 augustus 2020, van
<https://www.pietervanderlinden.nl/graszoden/molwerend-doek>

Mortimer, B., Soler, A., Wilkins, L., & Vollrath, F. (2019). Decoding the locational information in the orb web vibrations of *Araneus diadematus* and *Zygiella x-notata*. *Journal of the Royal Society Interface*, 16(154), 20190201.

Neonicotinoïden (2020). Fytoweb gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. Geraadpleegd op 11 juni 2020, van <https://fytoweb.be/nl/gewasbeschermingsmiddelen/gebruik/professionele-gebruiker/neonicotinoiden>

Peeters, T. M. (2004). Wespen en mieren: Tiphidae-keverdoders. *Natuur van Nederland*, 6(1), 271-274.

Petersen, F. T., Meier, R., & Larsen, M. N. (2003). Testing species richness estimation methods using museum label data on the Danish Asilidae. *Biodiversity & Conservation*, 12(4), 687-701.

Pijnakker, J., van der Linden, A., Ramakers, P. M. J., Nouwens, F. H. C., Rozumek, S., Bloemhard, C. M. J. & de Groot, E. B. (2007). Geïntegreerde bestrijding in zomerbloemen en snijheesters. Wageningen UR Glastuinbouw.

Proplanta GmbH & Co. KG. (2019). Pflanzenschutzmittel: NEMATHORIN 10G (005005-00) [online] Angebote-Preise. Stuttgart: Proplanta GmbH & Co. KG [Zugriff am: 10.03.2019]. Verfügbar unter: https://www.proplanta.de/Pflanzenschutzmittel/Angebote-Preise-NEMATHORIN-10G_psm_Mittel_preise_005005-00.html

Raats, K. (2011). Engerlingen en emelten, het feest is voorbij! Bestrijdingsmiddel een jaar op de markt. Geraadpleegd op 11 juni 2020. <https://www.wur.nl/en/Library.htm>

Rainio, J., & Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity & Conservation*, 12(3), 487-506.

Ritnaald. (2006). [foto]. Geraadpleegd van
http://www.moestuuintips.nl/ziekten_en_plagen/ritnaald.php

Roofvlieg. (z.d.). [Foto]. Roofvliegen, dansvliegen en viltvliegen.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fgardensafari.net%2Fduch%2Froofvliegen.htm&psig=AOvVaw2AMckrEs7DaJxQUj7VY5Xj&ust=1597078263848000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCOCO9avKjusCFQAAAAAdAAAAABAD>

Rozen, K. van & Huiting, H. F. (2012). *Bestrijding van engerlingen in grasland: screening van middelen in lab-en veldproeven ter bestrijding van engerlingen (mei-en rozenkevers) in grasland 2010-2011*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Wageningen UR, Business Unit PPO-agv.

Rozen, K. van, & de Kogel, W. J. (2011). *Inventarisatie lokstoffen: huidige en toekomstige trends in beheersing van plaaginsecten met signaalstoffen in combinatie met insecticiden tbv de vollegrondsgroenteteelt*. PPO

Rozen, K. van & Raaijmakers (2014). Later zaaien voorkomt emeltschade. Boerderij, 99(25), 63-63. http://www.irs.nl/userfiles/publicaties/artikelen/Later_zaaien_voorkomt_emeltschade_-_Boerderij_no_25_2014.pdf

Rozen, K. van, & Vlaswinkel, M. E. T. (2014). Voorkomen van schade door bonenvlieg: effectiviteit van zaad-en bodembehandelingen en aanvullende maatregelen om stamslabonen te beschermen tegen de maden van de bonenvlieg (2013). PPO AGV.

Rozen, K. van, Wolters, R., & Olijve, A. J. (2015). Duurzame aanpak engerlingen: ken de vijand! St. Veldleeuwerik. <https://www.wur.nl/en/Library.htm>.

Rundlöf, M., Andersson, G. K., Bommarco, R., Fries, I., Hederström, V., Herbertsson, L., ... & Smith, H. G. (2015). Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. *Nature*, 521(7550), 77-80.

Spreeuw. (z.d.). [Foto]. Nature day, koe in de wei spreeuw blij.

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.naturetoday.com%2Fintl%2Fnl%2FNature-reports%2Fmessage%2F%3Fmsg%3D25564&psig=AOvVaw2fbR1bqZrGJfJaYpkh9Ko9&ust=1597078416773000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCJCiuPPKjusCFQAAAAAdAAAAABAE>
Starling, K. (2019, 12 juni). Let op de zomerse grasvreter: emelten en engerlingen. Geraadpleegd op 27 juni 2020, van [https://www.plusonline.nl/vervelende-beestjes/let-op-de-zomerse-grasvreter-emelten-en-engeringen#](https://www.plusonline.nl/vervelende-beestjes/let-op-de-zomerse-grasvreter-emelten-en-engeringen#%7E:text=Door%20een%20mol%20op%20zoek,plekken%20en%20zelfs%20kaalslag%20zorgen.&text=En%20als%20daar%20ook%20nog,populatie%20van%20bepaalde%20larven%20aanwezig):

%7E:text=Door%20een%20mol%20op%20zoek,plekken%20en%20zelfs%20kaalslag%20zorgen.&text=En%20als%20daar%20ook%20nog,populatie%20van%20bepaalde%20larven%20aanwezig.

Tarieven SNL beheerjaar 2021. (z.d.). Bij12. Geraadpleegd 8 november 2020, van <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2020/08/Subsidietarieven-SNL-beheerjaar-2021-versie-12-8-2020.pdf>

Tercol. (2020, 6 mei). Pireco. <https://pireco.eu/products/tercol/>

Tol, R. W. H. M. van, Wiegiers, G. L., & de Kogel, W. J. (2011). Kruiden lokken en weren engerlingen ook in de praktijk, Thema: Innovaties duurzame gewasbescherming BO-12.03-003.02-010.

Toubarro, D., Lucena-Robles, M., Nascimento, G., Santos, R., Montiel, R., Veríssimo, P., ... & Simões, N. (2010). Serine protease-mediated host invasion by the parasitic nematode *Steinernema carpocapsae*. *Journal of biological chemistry*, 285(40), 30666-30675.

van Ceulenbroeck, C., de Win, J., & Temmerman, F. (z.d.). Ritnaalden: een sectorbreed probleem. Praktijkpunt landbouw Vlaams-Brabant. Geraadpleegd 16 oktober 2020, van https://www.ccbt.be/sites/default/files/files/ritnaalden_0.pdf

Vlug, H. (2011). Rozekeverdolkwesp (*Tiphia femorata* F.). *Bzzz/HymenoVaria*, 2(1), 13-14.

Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L., & Goulson, D. (2012). Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*, 336(6079), 351-352.

Wood, T. J., & Goulson, D. (2017). The environmental risks of neonicotinoid pesticides: a review of the evidence post 2013. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(21), 17285-17325.

Zeng, G., Chen, M., & Zeng, Z. (2013). Risks of neonicotinoid pesticides. *Science*, 340(6139), 1403-1403.

de Lange, J. (2015). Bestrijding witlofmineervlieg in witlof 2014. <https://edepot.wur.nl/359796>